



TESIS - KI142502

**Penentuan Otomatis *Seeded Region Growing* Pada *Region Watershed* Untuk Segmentasi Citra Ikan Tuna**

**WANVY ARIFHA SAPUTRA  
5115201026**

**DOSEN PEMBIMBING  
Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom., M.Kom.**

**PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN KOMPUTASI CERDAS DAN VISUALISASI  
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017**

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Komputer (M. Kom)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh :  
Wanvy Arifha Saputra  
NRP. 5115201026

Dengan judul :  
PENENTUAN OTOMATIS SEEDED REGION GROWING PADA REGION  
WATERSHED UNTUK SEGMENTASI CITRA IKAN TUNA

Tanggal Ujian : 04 - 01 - 2017  
Periode Wisuda : 2016 Gasal

Disetujui oleh :


Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom, M.Kom  
NIP. 19720809 199512 1 001

  
(Pembimbing 1)

Dr. Eng. Nanik Suciati, S.Kom, M.Kom  
NIP. 19710428 199412 2 001

  
(Penguji 1)

Diana Purwitasari, S.Kom, M.Sc  
NIP. 19780410 200312 2 001

  
(Penguji 2)

Bilqis Amaliah, S.Kom, M.Kom  
NIP. 19750917 200112 2 002

  
(Penguji 3)



an. Direktur Program Pascasarjana ITS,  
Asisten Direktur Program Pascasarjana ITS,

Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng  
NIP. 19611021 198603 1 001

# **PENENTUAN OTOMATIS *SEED*ED REGION GROWING PADA REGION WATERSHED UNTUK SEGMENTASI CITRA IKAN TUNA**

Nama mahasiswa : Wanvy Arifha Saputra  
NRP : 5115201026  
Pembimbing : Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom., M.Kom.

## **ABSTRAK**

*Seeded region growing* memiliki dua parameter utama, yaitu inisialisasi *seed* dan *threshold*. Kesalahan dalam penentuan parameter tersebut akan menyebabkan hasil kegagalan segmentasi dalam citra. Penentuan parameter tersebut dapat dilakukan dengan manual atau otomatis. Namun, pemilihan secara manual tidak dapat dilakukan pada basis *realtime*, sedangkan untuk pemilihan parameter secara otomatis harus efektif dalam menentukan *seed* dan *threshold*. Hal tersebut disebabkan penentuan secara otomatis memiliki kesalahan segmentasi yang lebih besar daripada manual.

Penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan penentuan otomatis *seeded region growing* pada *region watershed* untuk segmentasi citra ikan tuna. Citra ikan tuna akan diproses kedalam ruang warna HSI (hue, saturasi, intensitas) dan untuk *hue* akan diproses dibentuk dengan *region watershed*. Setelah itu dilakukan perhitungan *density* suatu *region*, yang kemudian diurutkan *density* tersebut dan diambil *density* yang tertinggi. *Region* yang memiliki *density* tertinggi tersebut akan diambil berdasarkan intensitas *gray level* tertinggi, kemudian *threshold* didapatkan dari selisih jumlah rata-rata intensitas *region* yang digunakan dengan rata-rata intensitas *region* yang ditinggal. Hasil segmentasi akan diukur dengan menggunakan RAE (*relative foreground area error*), MAE (*missclassification error*) dan MHD (*modified Hausdroff distance*) yang dibandingkan dengan *groundtruth*.

Penentuan secara otomatis *seeded region growing* pada *region watershed* telah berhasil dilakukan. Penggunaan *watershed* dapat membuat kontur tertutup dan ruang warna HSI dapat mengatasi sebaran cahaya yang tidak merata pada citra. Penggunaan *region watershed* diruang warna HSI dapat membentuk *region* yang lebih sedikit, hal ini dapat meningkatkan efisiensi waktu untuk menentukan *seed* dan *threshold*. Hasil segmentasi citra ikan tuna berhasil dilakukan dengan dibuktikan nilai rata-rata RAE, ME dan MHD secara berurutan pada data kategori 1 sebesar 6.77%, 1.78% dan 0.18%, sedangkan untuk pada data kategori 2 sebesar 3.44% , 1.30% dan 0.66%.

**Kata kunci:** *seeded region growing*, *watershed*, segmentasi, ikan tuna

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **AUTOMATICALLY DETERMINATION SEEDED REGION GROWING IN THE WATERSHED REGION FOR SEGMENTATION OF TUNA**

Name : Wanvy Arifha Saputra  
Student ID : 5115201026  
Supervisor : Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom., M.Kom.

## **ABSTRACT**

Seeded region growing has two key parameters, namely the initialization seed and threshold. Failure to determination of these parameters will cause error results in image segmentation. Determination of these parameters can do manually or automatically. However, the selection can not do manually on a realtime system. As for the selection of parameters should automatically be effective in determining seed and threshold, because automatically segmentation is have greater the error result than manually.

This research propose method to automatically determination seeded region growing in the watershed region for image segmentation of tuna. The image of the tuna will be processed into HSI (hue, saturation, intensity) color space and for the hue to be processed formed by the watershed region. After the calculation of density of the region, the region sorted and retrieved by highest density. Region which has the highest density will be taken by the highest intensity of gray level, then the threshold was obtained from the difference between the amount of the average intensity of regions used by the average intensity of regions neighbor. Segmentation results will be measured using RAE (relative foreground area error), MAE (missclassification error) and the MHD (modified Hausdroff distance) compared with Groundtruth.

Determining automatically seeded region growing in the watershed region has been successfully carried out. The use of the watershed can create closed contour and HSI color space can overcome uneven distribution of light in the image. The use of the watershed region in HSI color space can form a little of region, it can increase the efficiency of time to determine seed and threshold. The results of image segmentation tuna proved successful with an average value of RAE, ME and MHD sequentially in the data category 1 by 6.77%, 1.78% and 0.18%. As for the data category 2 at 3.44%, 1.30% and 0.66%.

**Keyword:** seeded region growing, watershed, segmentasi, ikan tuna

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirabbil'alamin.* Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya, penyusunan Tesis ini dapat diselesaikan. Tesis ini dibuat sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi Magister di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis menyadari bahwa Tesis ini dapat diselesaikan karena dukungan dari berbagai pihak, baik dalam bentuk dukungan moral dan material.

Melalui kesempatan ini dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada semua orang untuk semua bantuan yang telah diberikan, antara lain kepada:

1. Ibu dan bapak tercinta yang tiada henti selalu mendukung anaknya, tetap sabar mendengar keluhannya, selalu mendoakan anaknya yang terbaik dan selalu menjadi panutan yang baik.
2. Kakak dan adik yang selalu saja cerewet, sehingga dapat membangkitkan semangat penulis untuk mengerjakan thesis ini.
3. Kakek dan orang tua angkat yang mendoakan penulis dan memberikan nasehat terbaiknya.
4. Bapak Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom, M.Kom selaku pembimbing yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis. Semoga Allah SWT senantiasa merahmati bapak dan keluarga.
5. Ibu Dr. Eng. Nanik Suciati, S.Kom, M.Kom, Diana Purwitasari, S.Kom, M.Sc dan Ibu Bilqis Amaliah, S.Kom, M.Kom sebagai tim Penguji Tesis yang memberikan masukan dan kritik yang membangun untuk Tesis ini.
6. Seluruh dosen S2 Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama menempuh studi.
7. Teman seperjuangan, Ihsan Alfani, Faisal Sipil, Abdi, Deni, Bayu, Ardon, Wawan, Dika, Raras, Riska, dan sahabat serta teman lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuan dan motivasi yang telah diberikan.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan pada Tesis ini. Oleh karena itu, segala tegur sapa dan kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Tesis ini. Penulis berharap bahwa perbuatan baik dari semua orang yang dengan tulus memberikan kontribusi terhadap penyusunan Tesis ini mendapatkan pahala dari Allah. Aamiin Alluhamma Aamiin.

Surabaya, Januari 2017

Penulis



# DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB I .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	4
1.3.1 Tujuan .....	4
1.3.2 Manfaat .....	4
BAB II .....	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Segmentasi .....	8
2.2.2 Ruang Warna HSI .....	9
2.2.3 Penentuan Titik Puncak pada <i>Histogram</i> .....	11
2.2.4 <i>Seeded Region Growing</i> .....	13
2.2.5 <i>Watershed Transform</i> .....	15
2.2.6 Otomatisasi Inisial <i>Seed</i> dan <i>Threshold</i> .....	20
BAB III.....	23
3.1 Metode Usulan .....	23
3.1.1 Model Sistem Metode Usulan .....	23
3.1.2 Jadwal Kegiatan .....	24
3.2 Input .....	24
3.2.1 Data .....	24
3.3 Pre-processing .....	25
3.3.1 Transformasi ke Ruang Warna HSI .....	25
3.4 Penentuan Otomatisasi Parameter <i>Seeded Region Growing</i> .....	26
3.4.1 Penentuan Jumlah Region .....	26

3.4.2	<i>Watershed Transform</i> .....	27
3.4.3	Penentuan <i>Seed</i> .....	29
3.4.4	Penentuan <i>Threshold</i> .....	30
3.5	Segmentasi .....	30
3.5.1	<i>Seeded Region Growing</i> .....	30
3.6	Output.....	32
3.6.1	Metode Pengujian.....	32
3.6.2	Skenario Uji Coba.....	33
BAB IV	.....	35
4.1	Hasil Penelitian .....	35
4.1.1	Lingkungan Uji Coba.....	35
4.1.2	Pre-Processing.....	35
4.1.2.1.	Ruang Warna HSI .....	35
4.1.3	Penentuan Otomatisasi Parameter <i>Seeded Region Growing</i> .....	36
4.1.3.1.	Penentuan Jumlah <i>Region</i> .....	36
4.1.3.2.	<i>Watershed Transform</i> .....	39
4.1.3.3.	Penentuan <i>Seed</i> .....	41
4.1.3.4.	Penentuan <i>Threshold</i> .....	42
4.1.4	Segmentasi .....	43
4.1.4.1.	<i>Seeded Region Growing</i> .....	43
4.2	Pembahasan.....	45
4.2.1	Evaluasi Kinerja Segmentasi .....	45
4.2.2	Evaluasi Efisiensi Segmentasi .....	48
4.2.3	Analisa Hasil.....	49
BAB V	.....	51
5.1	Kesimpulan .....	51
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	.....	53
LAMPIRAN-LAMPIRAN	.....	57

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Model Sistem Global Metode Usulan .....	23
Gambar 3.2 Model Sistem Detail Metode Usulan .....	24
Gambar 3.3 Sample Data Kategori 1 .....	25
Gambar 3.4 Sample Data Kategori 2 .....	25
Gambar 3.5 Transformasi ke HSI .....	26
Gambar 3.6 Distribusi Gaussian .....	26
Gambar 3.7 Penentuan Jumlah Region dari Histogram .....	27
Gambar 3.8 Flowchart Watershed Transform .....	28
Gambar 3.9 Pseudocode Luas Area Region .....	29
Gambar 3.10 Pseudocode Pencarian Seed .....	30
Gambar 3.11 Proses Segmentasi .....	31
Gambar 4. 1 Ruang Warna Citra Ikan Tuna.....	36
Gambar 4. 2 <i>Histogram</i> Ruang Warna Hue .....	38
Gambar 4. 3 <i>Watershed Transform</i> Citra Ikan Tuna.....	39
Gambar 4. 4 Jumlah <i>Region 8 Connectivity</i> .....	40
Gambar 4. 5 Jumlah <i>Region 4 Connectivity</i> .....	40
Gambar 4. 6 <i>Multi-seed</i> Citra Ikan Tuna.....	42
Gambar 4. 7 Segmentasi Dengan Threshold Global .....	43
Gambar 4. 8 Segmentasi <i>Seeded Region Growing</i> .....	44
Gambar 4. 9 Segmentasi <i>Seeded Region Growing</i> Pada Hue, Saturasi dan Intesitas.....	44
Gambar 4. 10 RAE Data Kategori 1 .....	45
Gambar 4. 11 ME Data Kategori 1 .....	46
Gambar 4. 12 MHD Data Kategori 1 .....	46
Gambar 4. 13 RAE Data Kategori 2.....	47
Gambar 4. 14 ME Data Kategori 2.....	47
Gambar 4. 15 MHD Data Kategori 2 .....	48
Gambar 4. 16 Waktu Segmentasi Data Kategori 1.....	49
Gambar 4. 17 Waktu Segmentasi Data Kategori 2.....	49

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan .....	34
Tabel 4. 1 Tabel Jumlah Titik Puncak Histogram HSI.....	37
Tabel 4. 2 Hasil <i>Region</i> Berdasarkan <i>Density</i> .....	42
Tabel 4. 3 Tabel Koordinat <i>Seed</i> .....	42
Tabel 4. 4 Tabel Inisialisasi <i>Threshold</i> .....	43

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dan memiliki sumber daya alam yang melimpah. Salah satunya adalah dibidang perikanan dan kelautan. Indonesia menjadi salah satu pengekspor ikan tuna didunia. Hal ini dilihat dari volume ekspor yang mengalami kenaikan rata-rata sebesar 2,72 per tahun (87.581 ton) pada tahun 1999 menjadi 94,221 ton pada tahun 2004. Dilihat dari negara tujuan ekspor tahun 2004, 3 (tiga) negara yang menjadi tujuan ekspor yaitu Jepang (36,84% dalam volume), Amerika Serikat (20,45% dalam volume) dan Uni Eropa (12,69% dalam volume). Tuna merupakan salah satu makanan terpenting didunia dan memiliki banyak kandungan protein. Oleh karena manfaatnya bagi kesehatan masyarakat, maka permintaan tuna didunia menjadi meningkat. (Widiastuti & Putro, 2014)

Dalam persaingan industri tuna di dunia diperlukan peningkatan kualitas dalam produksi dan standar mutu pengolahannya. PT. Aneka Tuna Indonesia (PT. ATI) didirikan pada bulan oktober tahun 1991. PT. ATI merupakan perusahaan yang bergerak khusus dalam pengalengan dan produksi ikan tuna. Hasil produksi PT.ATI menembus pasar internasional dengan dibuktikannya ekspor ke negara Jepang, Eropa, Timur Tengah, Australia, Kanada bahkan Afrika. Namun untuk pemilahan proses ikan masih dilakukan secara manual dan memerlukan bantuan *expert* untuk pemilahannya, sedangkan untuk jumlah ikan yang dipilah sangatlah besar (Azhar, Arifin, & Khotimah, Juni 2016).

Agar dapat mempertahankan kualitas ikan tuna dan mempercepat pemilahan ikan tuna, maka diperlukan sebuah cara untuk mengklasifikasikannya secara otomatis. Namun sebelum tahapan klasifikasi diperlukan sebuah tahapan segmentasi terlebih dahulu. Penelitian tentang segmentasi ikan secara umum telah dilakukan sebelumnya, yaitu pada penelitian (Yao, Duan, Li, & Wang, 2013) yang melakukan segmentasi citra ikan menggunakan *clustering k-means*. Parameter untuk inisialisasi jumlah kluster dan *cluster center* ditentukan dengan jumlah titik puncak pada *histogram*. Penelitian (Azhar, Arifin, & Khotimah, Juni 2016) dan (Fadllullah, Arifin, & Navastara, Juli 2016)

menjelaskan tentang segmentasi pada citra ikan tuna. Pada penelitian dari (Azhar, Arifin, & Khotimah, Juni 2016) melakukan segmentasi citra ikan tuna dengan menggunakan *density-based clustering (DBSCAN)* yang diintegrasikan dengan *HMMRF-EM* pada ruang warna HSI. Proses pemilihan parameter pada metode *DBSCAN* dilakukan secara manual yang kemudian dilakukan *refinement* dengan *HMMRF-EM* untuk menghasilkan hasil segmenasi yang optimal, sedangkan pada penelitian (Fadllullah, Arifin, & Navastara, Juli 2016) menggunakan *gradient-barrier watershed berbasis analisis hierarki cluster* sebagai pembentuk region pada citra yang kemudian dilakukan proses penggabungan dengan *regional credibility merging*. Metode ini dapat mengatasi region yang berlebihan pada citra sehingga proses segmentasi pada citra tersebut dapat mengatasi metode segmentasi berbasis region yang cenderung over-segmentasi.

Penelitian tentang klasifikasi ikan juga telah sudah dilakukan sebelumnya, seperti penelitian tentang klasifikasi kualitas ikan dan jenis ikan tuna, pada penelitian dari (Dutta, et al., 2016) telah melakukan klasifikasi pada ikan yang terkena racun pestisida dan pada penelitian dari (Dutta, Issac, Minhas, & Sarkar, 2016) telah mengklasifikasikan kesegaran ikan dalam domain wavelet pada jaringan insang yang telah disegmentasi. sedangkan untuk klasifikasi jenis ikan tuna terdapat pada penelitian dari (Pawening, Arifin, & Yuniarti, Juli 2016) yaitu menggunakan deskriptor bentuk dan titik salien untuk klasifikasi ikan tuna *Bigeye*, *Skipjack*, *Yellowfin*.

Penelitian tentang segmentasi lain dengan objek yang berbeda juga telah dilakukan, seperti pada metode dari penelitian (Adams & Bischof, 1994) yaitu *seeded region growing (SRG)*. Penelitian tersebut dengan menggunakan parameter *seed* dan *threshold* dapat mensegmentasi objek secara efektif dan efisien dalam waktu prosesnya. Metode tersebut dapat digunakan secara paralel dengan metode segmentasi yang lainnya, seperti pada penelitian dari (Zhao, Wang, Wang, & Shih, 2014) yang menggunakan *level set* dan *region growing* untuk melakukan segmentasi jaringan retina mata.

Penelitian lain tentang otomatisasi parameter *seeded region growing* yang sebelumnya ditentukan secara manual juga telah dilakukan. Pada penelitian (Chang & Li, 1994) mengajukan pengembangan baru untuk metode *seeded region growing*. Metode ini memiliki konsep memperhatikan distribusi fitur homogen pada *primitive region*, sehingga metode ini mendapatkan parameter *seed pixel* dari *region* yang homogen dan *generate threshold* dari *region* tersebut. Adapun pada penelitian (Fan, Yau, Elmagarmid, & Aref,



2001) menggabungkan *color-edge extraction* dengan *seeded region growing*. Penelitian tersebut memiliki konsep untuk peletakan inisialisasi *seed* dan *threshold* dari *region* yang berbasis deteksi tepi. Lalu pada penelitian (Lin, Wang, Kang, & Wang, 2012) menggunakan *fuzzy knowledge* dalam menentukan otomatisasi parameternya pada citra *magnetic resonance image* (MRI). Lalu pada penelitian dari (Saad, Abu-Bakar, Mokji, & Abdullah, Maret 2012) yang menggunakan otomatisasi *seeded region growing* pada citra otak. Peneliti tersebut melakukan pemotongan *region* dengan *region splitting and merging*. Dan *object* yang didapatkan adalah luka pada otak. Kemudian pada penelitian (Yuvaraj & Ragupathy, April 2013) melakukan segmentasi citra mammogram pada kanker payudara dengan ekstraksi fitur untuk menentukan inisialisasi *seed* dan *threshold*. Lalu pada penelitian (Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib, Oktober 2013) melakukan segmentasi dengan citra kanker payudara, namun untuk melakukan otomatisasi parameter berdasarkan intensitas pada suatu *density region* yang didapatkan dari hasil *level set*, *morphology thinning* dan *mean maximum raw thresholding algorithm* (MMRT).

Penelitian tentang metode segmentasi yang lain seperti watershed transform juga banyak telah dilakukan. Selain daripada penelitian (Fadllullah, Arifin, & Navastara, Juli 2016), penelitian (Parvati, Rao, & Mariya Das, 2008) menggunakan *grayscale morphological reconstruction* dalam membuat *gradient* pada citra, kemudian *gradient* citra tersebut diproses dengan *watershed*. Berdasarkan penelitian (Belaid & Mourou, 2009) bahwa watershed transform memiliki kelebihan dalam membentuk kontur tertutup dan komputasi waktu yang cepat, namun hasilnya lebih cenderung *over* segmentasi.

Untuk penerapan secara *real-time*, dibutuhkan segmentasi ikan tuna yang efisien dan efektif. Penelitian sebelumnya yaitu penelitian dari (Azhar, Arifin, & Khotimah, Juni 2016) tentang segmentasi citra ikan tuna telah berhasil dilakukan dan memiliki hasil segmentasi cukup bagus, namun parameter masih ditentukan secara manual (tidak adaptif) dan waktu proses yang cukup lama dikarenakan semua *pixel* pada citra harus dilakukan pengecekan dan pengelompokan agar terbentuk menjadi sebuah *cluster*, sedangkan pada penelitian (Fadllullah, Arifin, & Navastara, Juli 2016) terdapat beberapa citra yang masih *over* segmentasi, hal tersebut disebabkan normalisasi pada *pre-processing* belum tepat. Untuk penelitian yang bersifat otomatis terdapat pada penelitian (Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib, Oktober 2013). Penelitian tersebut menggunakan MMRT sebagai pembentuk *region* untuk mempertahankan *pixel* dengan intensitas besar. Namun

penelitian tersebut tidak mempertimbangkan pixel dengan intensitas yang hampir sama besarnya di setiap area, maka jumlah *region* yang dihasilkan sangat sedikit dan cenderung objek citra tersebut yang menjadi *region* secara keseluruhan. Dampak dari pembentukan *region* seperti itu menghasilkan peletakan *seed* yang kurang tepat dan menghasilkan *threshold* yang terlalu besar, sehingga akan berpengaruh terhadap hasil segmentasi. Dari permasalahan tersebut dapat digunakan *watershed* yang dapat membentuk kontur tertutup dan pembentukan *region* tersebut tidak terpengaruh oleh jumlah intensitas pixel yang hampir sama di setiap area, sehingga objek pada citra tidak menjadi *region* secara keseluruhan dan jumlah *region* yang dihasilkan tidak terlalu sedikit. Hal ini dapat membantu dalam penentuan otomatisasi *seed* dan *threshold*.

Diajukan sebuah metode baru yaitu penentuan otomatis *seeded region growing* pada *region watershed* untuk segmentasi citra ikan tuna. Dimana otomatisasi parameter *seeded region growing* dapat dihasilkan dari *region watershed* untuk dilakukan segmentasi citra ikan tuna. Ada 5 tahapan utama dalam penelitian ini, yaitu *input*, *pre-processing*, penentuan otomatisasi parameter, segmentasi dan *output*.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas didapatkan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat penentuan otomatis *seeded region growing* ?
2. Bagaimana segmentasi pada citra ikan tuna ?

## **1.3 Tujuan dan Manfaat**

### **1.3.1 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah dapat mensegmentasi citra ikan tuna dengan menggunakan metode *seeded region growing* yang parameternya didapatkan secara otomatis melalui *region watershed*.

### **1.3.2 Manfaat**

Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk klasifikasi jenis ikan tuna. Dengan hasil segmentasi yang akurat dapat mengurangi dampak kesalahan pada pengklasifikasian jenis ikan tuna.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka yang telah dilakukan adalah dengan melakukan ujicoba penelitian sebelumnya dan melakukan kajian terhadap literatur yang relevan. Penelitian sebelumnya yang dilakukan ujicoba adalah penelitian pada (Vincent & Soille, 1991), (Adams & Bischof, 1994), (Yao, Duan, Li, & Wang, 2013), (Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib, Oktober 2013), (Azhar, Arifin, & Khotimah, Juni 2016), (Fadllullah, Arifin, & Navastara, Juli 2016). Adapun untuk literatur pendukung dalam penelitian ini yaitu (Belaïd & Mourou, 2009), (Melouah & Amirouche, 2014), (Melouah, Mei 2015),

Pada penelitian dari (Vincent & Soille, 1991) menjelaskan tentang metode *watershed* dengan menggunakan *immersion*. *Immersion* yang dalam bahasa Indonesia diartikan sebagai pencelupan. Jadi citra 2D yang digunakan sebagai inputan diibaratkan seperti bukit dan lembah, dimana *pixel gray value* terendah adalah lembah dan *gray value* tertinggi adalah bukit. Dan air akan dialirkan melalui titik lembah yang dilubangi sampai ketinggian air mencapai bukit. Lembah yang terpisahkan akan dibuat dam / bendungan. Untuk formula dan definisinya dapat dilihat pada dasar teori bagian 2.2.5.

Pada penelitian (Adams & Bischof, 1994) menjelaskan tentang penggunaan *seeded region growing* (SRG). *Seeded* adalah nama metodenya, dan *region growing* adalah nama prosesnya. Penelitian ini menganalogikan citra 2D sebagai *matrix*, dimana kolom dan baris *matrix* sama dengan panjang dan lebar pada citra tersebut. Dengan permisalan *seed* sebagai titik koordinat (x,y) pada suatu *matrix* dan *threshold* sebagai protokol untuk mengijinkan *merging region*, maka proses *region growing* dapat dilakukan. Proses akan berhenti apabila tetangga dari *region* tersebut sudah tidak ada lagi yang diatas *threshold*. Untuk formula dan definisinya dapat dilihat pada dasar teori bagian 2.2.4.

Pada penelitian (Yao, Duan, Li, & Wang, 2013) menjelaskan tentang segmentasi citra ikan secara umum. Metode yang digunakan adalah *k-means* dan metode yang diusulkan adalah penentuan jumlah cluster berdasarkan titik puncak *histogram*, dan *level threshold* pada metode otsu digunakan sebagai *threshold* inisialisasi *cluster center*, jika

inisialisasi *cluster center* lebih besar daripada *threshold*, maka proses akan berulang sampai *cluster center* lebih kecil daripada *threshold*. Metode tersebut memaksa *cluster center* untuk mendekati *level threshold* dari otsu agar menghasilkan segmentasi yang bagus. Untuk formula dari mendapatkan nilai jumlah titik puncak *histogram* dapat dilihat pada teori bagian 2.2.3.

Pada penelitian (Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib, Oktober 2013) melakukan otomatisasi parameter *seeded region growing* pada citra MRI kanker payudara. Tahapan pertama yang digunakan adalah dengan memotong citra payudara pada citra bersifat axial (pandangan dari atas) menjadi 2 bagian, sedangkan citra yang bersifat sagital (pandangan dari samping) akan tetap dipertahankan. Selanjutnya adalah dengan menggunakan *median filter* untuk mengkaburkan *noise*, kemudian dilanjutkan dengan proses *level set chunning algorithm* untuk mendeteksi tepi kulit dengan parameter  $\alpha$  (elastisitas) adalah 1.5 dan iterasi *level set* ( $N_{LS}$ ) adalah 700. Setelah dilakukan proses *level set* kemudian dilanjutkan dengan *morphology thinning* dengan parameter  $N_{Th}$  adalah 7 untuk menghilangkan citra kulit pada payudara. Citra dari hasil metode tersebut kemudian dilakukan *mean maximum raw thresholding algorithm* (MMRT). MMRT digunakan untuk membuat region pada citra dengan membuang intensitas dengan *gray level* yang rendah dan mempertahankan *gray level* yang tinggi. Hal itu dikarenakan *region of interest* (ROI) citra yang digunakan memiliki intensitas *gray level* yang tinggi. Kemudian semua *gray level* dibawah MMRT akan dirubah menjadi 0 (hitam), sedangkan yang lainnya tidak berubah. Setelah proses tersebut dilakukan *refinement* dengan *morphology open* dan *closing*. Hasil dari proses tersebut membentuk beberapa *region*, kemudian dari *region* tersebut dilakukan proses penentuan *density*. Untuk pencarian *seed* dilakukan dengan cara mengambil intensitas terbesar pada *gray level* dan *threshold* didapatkan dari sisa tetangga pada *region* tersebut. Untuk formula pada penelitian ini dapat dilihat pada teori bagian 2.2.6.

Pada penelitian (Azhar, Arifin, & Khotimah, Juni 2016) mengintegrasikan metode *density-based clustering* (DBSCAN), *hidden markov random field* (HMRF) dan algoritma *expectation-maximization* (EM) pada ruang warna *hue-saturation-intensity* (HSI). DBSCAN merupakan salah satu metode *unsupervised* yang memiliki kelebihan dapat menyeleksi *noise* pada saat proses *clustering*. DBSCAN digunakan dalam segmentasi citra ikan tuna pada ruang warna *saturation*, karena dari penelitian ini

membuktikan bahwa penggunaan ruang warna HSI dapat mengatasi pencahayaan yang tidak merata. Ada 3 parameter yang digunakan untuk segmentasi tersebut, yaitu *eps spatial*, *eps color*, dan *minimum points*. *Eps spatial* merupakan jangkauan radius *pixel* inti terhadap *pixel* lainnya, *eps color* adalah kemiripan warna dalam jangkauan *eps spatial*, sedangkan *minimum points* adalah *threshold* minimal dari jumlah kemiripan warna yang dapat masuk kedalam *cluster*. Parameter optimum yang ditentukan dalam penelitian tersebut yaitu *eps spatial* adalah 3, *eps color* adalah 19 dan *minimum points* adalah 9. Kemudian hasil segmentasi tersebut dilakukan *refinement* dengan menggunakan HMRF-EM, inputan yang diperlukan dalam tahap ini adalah hasil citra DBSCAN dan tepi objek dengan bantuan metode *canny*. Hasil metode ini dilakukan dengan pengujian berupa akurasi, dan dari 30 citra rata-rata akurasi adalah sebesar 98.02%. Hasil dari penelitian ini terdapat pada lampiran A.

Pada penelitian (Fadlullah, Arifin, & Navastara, Juli 2016) menggunakan *region watershed* yang dioptimalkan dengan *gradient-barrier watershed* berbasis analisis hierarki klaster (GBW-AHK) dan *regional credibility merging* (RCM). Metode GBW-AHK digunakan untuk mereduksi *region watershed* yang *over* segmentasi berdasarkan nilai adaptif *threshold*. Nilai *threshold* diperoleh dengan mempertimbangkan satu dari sekian *multi-thresholding* yang dihasilkan pada AHK pada citra *gradient magnitude*. Kemudian RCM digunakan untuk penggabungan *region* hasil dari reduksi tersebut berdasarkan ketetanggaan antar *region* dan *color-texture dissimilarity* sampai menyisakan wilayah objek dan *background*. Kemudian hasil dari *region* tersebut dilakukan proses *morphology mathematics* untuk membuang *region* kecil disekitar *region* objek. Hasil metode dilakukan dengan pengujian berupa *relative foreground area (RAE)*, *missclassification error (ME)* dan *modified hausdorff distance (MHD)*. Citra yang diujikan sebesar 25 citra ikan tuna dan menghasilkan rata-rata *RAE* sebesar 4,77%, *ME* sebesar 0,63% dan *MHD* sebesar 0,20%. Hasil dari penelitian ini terdapat pada lampiran B.

Sedangkan untuk jurnal pendukung seperti pada penelitian (Belaid & Mourou, 2009) menggunakan *watershed transformation* dari citra *gradient* yang didapatkan dengan *morphology mathematics* secara adaptif. Penelitian ini memfokuskan permasalahan *watershed* yaitu hasil yang *over* segmentasi, namun juga menjelaskan bahwa *watershed* yang dibentuk dengan *gradient* atau tanpa *gradient* menghasilkan kontur *region* yang

tertutup dan waktu segmentasi yang singkat. Kemudian pada penelitian dari (Melouah & Amirouche, 2014) dan (Melouah, Mei 2015) melakukan pengujian terhadap metode otomatisasi *seeded region growing* yang efektif. Penelitian untuk otomatisasi parameter *seeded region growing* yang sudah diuji adalah dari penelitian (Yuvaraj & Ragupathy, April 2013) dan (Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib, Oktober 2013). Hasilnya menunjukkan bahwa kedua penelitian tersebut telah dilakukan perbandingan dengan metode otomatisasi yang lain dengan data pengujian yaitu citra berbasis kesehatan. Kedua metode tersebut memiliki keunggulan dalam penentuan *seed* dan *threshold* pada *seeded region growing* daripada metode otomatisasi *seeded region growing* yang lain. Namun dari kedua penelitian tersebut, yang paling efektif adalah dari penelitian (Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib, Oktober 2013).

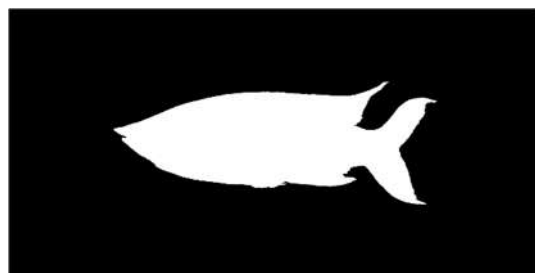
## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Segmentasi

Segmentasi adalah sebuah proses untuk memisahkan antara objek dengan *region* pada citra (Gonzalez & Woodz, 2007). Segmentasi berupa *single* objek lebih mudah dilakukan daripada segmentasi *multi* objek. Karena segmentasi untuk memilah dari *multi* objek lebih kompleks. Contoh hasil segmentasi *single* objek dapat dilihat pada Gambar 2.1. Dari gambar tersebut dapat dilihat objek ikan terpisahkan dengan *region* disekitarnya. Secara umum segmentasi dilakukan untuk mendapatkan objek yang diinginkan.



(a) Citra Ikan

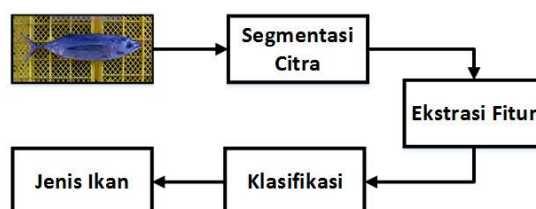


(b) Hasil Segmentasi Dalam Biner

Gambar 2. 1 Segmentasi Ikan Tuna

Segmentasi merupakan tahapan yang dilakukan sebelum proses klasifikasi. Hasil segmentasi sangat berpengaruh pada fitur klasifikasi yang akan diekstrak. Semakin akurat hasil segmentasi pada citra, maka semakin banyak ekstraksi fitur yang dapat dilakukan. Skema umum segmentasi untuk klasifikasi dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Dari gambar tersebut, setelah tahapan segmentasi maka menuju tahapan ekstraksi fitur. Ekstraksi fitur yang terdapat pada objek diambil. Fitur seperti panjang dan lebar objek, tekstur atau sebaran dominan warna pada objek. Selanjutnya melalui proses klasifikasi, jenis objek pada citra dapat ditentukan. Misalnya hasil klasifikasi dari citra yang diinputkan adalah jenis ikan *Bigeye*.



Gambar 2. 2 Skema Umum Segmentasi Untuk Klasifikasi

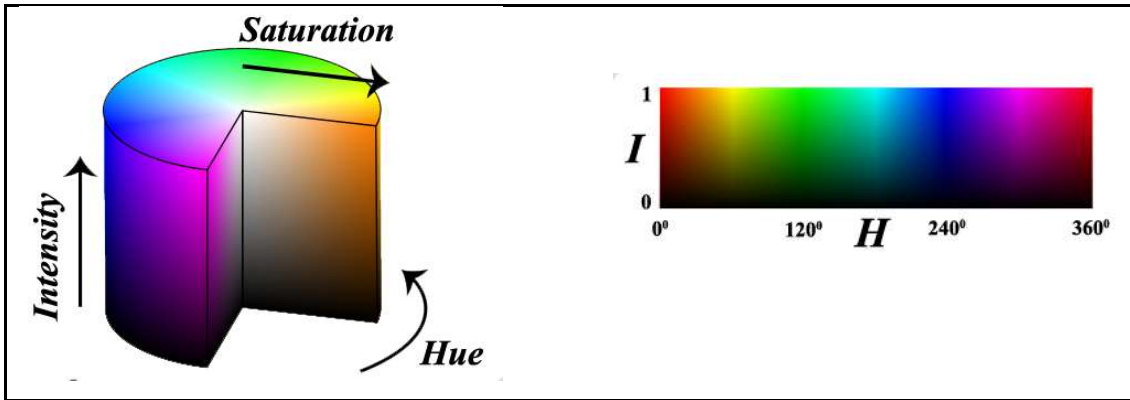
Terdapat tiga pendekatan untuk melakukan proses segmentasi, yaitu berdasarkan pada histogram *thresholding*, *boundary / edge-based* dan *region-based*. Segmentasi berbasis histogram *thresholding* adalah membagi histogram menjadi 2 (dua) *region* atau lebih berdasarkan nilai ambang batas (*threshold*). Nilai *threshold* tersebut dijadikan acuan pembatas antar *region* di histogram. Sebagai contoh apabila intensitas pada histogram kurang dari *threshold* maka akan diganti menjadi nilai 0, bila lebih dari *threshold* maka akan diganti dengan 1.

Segmentasi berbasis *boundary / edge-based* adalah segmentasi yang mengidentifikasi batas objek yang berfokus pada variasi intensitas yang tajam dari karakteristik lokal pada citra sehingga menghasilkan tepi citra, sedangkan pada segmentasi berbasis *region* berfokus pada ketidakseragaman corak yang ada di daerah citra. Citra dibagi dalam beberapa *region* kecil yang memiliki keseragaman nilai keabuan. Dalam suatu *region* memiliki titik piksel yang mempunyai kesamaan karakteristik seperti warna, tekstur dan intensitas.

## 2.2.2 Ruang Warna HSI

Ruang warna dapat didefinisikan sebagai spesifikasi bentuk ruang (*plane*, *cone*, *cube*, dll) yang memiliki koordinat dengan setiap warna dinyatakan dengan satu titik di dalamnya. Tujuan adanya ruang warna adalah sebagai standarisasi dalam spesifikasi warna (Gonzalez & Woods, 2007). Ruang warna juga dapat dilakukan sebagai *pre-processing* pada proses segmentasi. Pemilihan ruang warna yang tepat juga dapat

mempengaruhi hasil segmentasi. Ada berbagai macam ruang warna saat ini dan diantaranya adalah HSI.



Gambar 2. 3 Ruang Warna HSI

Ruang warna HSI mempunyai 3 dimensi ruang, yaitu *Hue* (H), *Saturation* (S) dan *Intensity* (I). *Hue* merupakan warna dasar seperti merah, kuning, hijau dan biru atau campuran warna tersebut. *Saturation* merupakan ketajaman warna pada *hue*. Dan *Intensity* adalah pencahayaan pada *hue* dan *saturation*. Ruang warna HSI digunakan untuk melihat kumpulan warna berdasarkan persepsi manusia.

Konversi dari RGB ke HSI dilakukan melalui formula berikut :

$$H = \begin{cases} 0, & \text{Jika } B \leq G \\ 360 - \theta, & \text{Jika } B > G \end{cases} \quad (1)$$

Pada rumus di atas, *H* menyatakan *hue*. Adapun  $\theta$  diperoleh melalui formula berikut :

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{1/2[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2(R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\} \quad (2)$$

Selanjutnya, *S* dinyatakan *saturation* dihitung dengan menggunakan formula :

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\min(R, G, B)] \quad (3)$$

Selanjutnya, *I* dinyatakan *intensity* dihitung dengan menggunakan formula :

$$I = \frac{1}{3} (R + G + B) \quad (4)$$

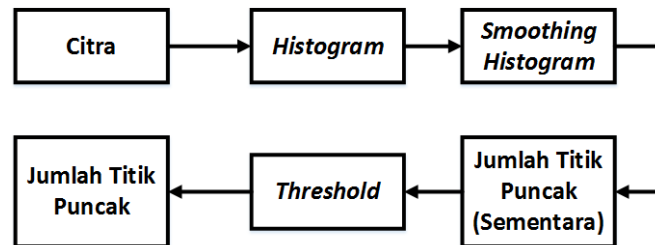
Dimana *R*, *G* dan *B* adalah intensitas warna merah, hijau, dan biru pada masing - masing piksel. Karena HSI berada dalam jangkauan [0,1], maka nilai *H* diantara 0° – 360° dikalikan dengan 360 agar *H* berada dalam jangkauan [0,360]. Dengan demikian konversi RGB ke HSI dapat dilakukan. Ruang warna ini memiliki kelebihan berupa *Intensity* yang tidak mempengaruhi nilai *hue* dan nilai *saturation*. Sebesar atau sekecil apapun nilai *intensity* tidak akan memberikan dampak apapun pada *hue* dan *saturation*.



Sehingga ruang warna ini dapat digunakan untuk citra yang memiliki pencahayaan tidak merata.

### 2.2.3 Penentuan Titik Puncak pada *Histogram*

*Histogram* merupakan salah satu media untuk merepresentasikan data. *Histogram* dapat digunakan untuk melihat frekuensi *pixel* dan intensitas berdasarkan *level* warna pada citra. *Histogram* bisa dapat berupa 2 (dua) dimensi atau 3 (tiga) dimensi. Umumnya histogram dilakukan untuk menentukan *threshold*. Namun dapat juga digunakan sebagai *tool* untuk menentukan suatu nilai parameter algoritma tertentu. Sebagai contohnya menentukan nilai parameter  $k$  pada *k-means* berdasarkan jumlah titik puncak (Yao, Duan, Li, & Wang, 2013).



Gambar 2. 4 Skema Titik Puncak Histogram

Untuk mendapatkan jumlah titik puncak pada histogram, yang pertama dilakukan adalah mengubah citra menjadi ruang warna 2 (dua) dimensi. Misalkan ruang warna yang digunakan adalah *hue*. Lalu dari *histogram* tersebut dilakukan proses *smoothing*. *Smoothing* merupakan teknik optimasi puncak *histogram* yang akan diambil agar titik puncak pada *histogram* tidak terlalu banyak. Formula untuk *smoothing* histogram sebagai berikut :

$$SH(i, 1) = \sum_{i=1}^{255} \frac{(i - 1) + i + (1 + 1)}{3} \quad (5)$$

*Smoothing histogram* dinotasikan dengan  $SH$  dan  $i$  adalah intensitas warna pada citra. nilai maksimal intensitas warna yang diproses adalah 255 dan nilai minimal adalah 1. Setelah proses *smoothing histogram* tersebut, maka selanjutnya adalah menentukan jumlah puncak sementara. Jumlah puncak sementara adalah jumlah puncak sebelum diberikan *threshold*. Sehingga jumlah puncak tersebut masih memiliki nilai yang besar dan belum optimum untuk dijadikan nilai parameter algoritma. Syarat untuk dikatakan

puncak adalah apabila  $SH(i)$  melebihi frekuensi dari intensitas setelahnya ( $SH(i+1)$ ) dan sebelumnya ( $SH(i-1)$ ).

```

1. Untuk intensitas dari 1 sampai dengan 255
2.   if (  $SH(i) > SH(i+1)$  ) && ( $SH(i) > SH(i-1)$  )
3.       Berikan titik puncak dengan angka 1
4.   else
5.       Berikan titik puncak dengan angka 0
6.   end
7. end
8. Jumlah titik puncak adalah perhitungan seluruh titik puncak

```

Gambar 2. 5 Jumlah Titik Puncak Sementara

Setelah mendapatkan titik puncak sementara, maka diperlukan untuk menyalin frekuensi yang ada pada *smoothing histogram* dengan puncak yang bernilai 1 atau *true*. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan *threshold* dari *smoothing histogram*.

```

1. Untuk intensitas dari 1 sampai dengan 255
2.   if Titik puncak bernilai 1
3.       copy frequency  $SH(i)$  ke histogram temp
4.   else
5.       set frequency pada histogram temp dengan 0
6.   end
7. end
8. Threshold adalah semua frekuensi histogram temp dibagi jumlah titik puncak

```

Gambar 2. 6 *Threshold Smoothing Histogram*

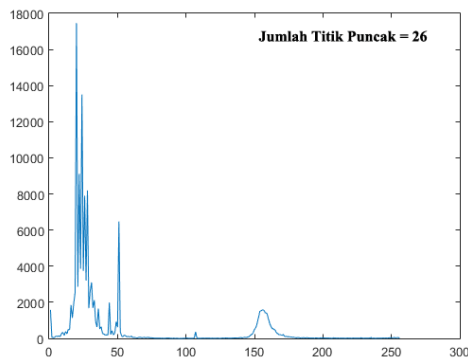
Setelah mendapatkan *threshold* tersebut, maka kita dapat mencari jumlah puncak yang optimal dengan menggunakan *threshold* sebagai pembatas. Jika frekuensi pada suatu *smoothing histogram* melebihi *threshold* tersebut dengan puncak bernilai 1 atau *true*, maka puncak tersebut diganti bernilai 1 atau *true*. Namun jika selain kondisi diatas, maka puncak bernilai 0 atau *false*.

```

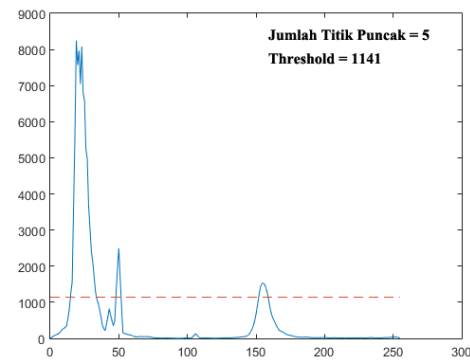
1. Untuk intensitas dari 1 sampai dengan 255
2.   if (  $SH(i,1) \geq \text{Threshold}$  && titik puncak==1 )
3.       Berikan titik puncak dengan angka 1
4.   else
5.       Berikan titik puncak dengan angka 0
6.   end
7. end
8. Jumlah titik puncak adalah perhitungan seluruh titik puncak

```

Gambar 2. 7 Jumlah Titik Puncak dengan *Threshold*



(a) *Histogram Citra*



(b) *Smoothing Histogram Citra*

Gambar 2. 8 Penentuan Titik Puncak pada *Histogram*

## 2.2.4 Seeded Region Growing

*Seeded region growing* adalah metode yang pertama kali diajukan oleh Rofl Adams dan Leanne Bischof (Adams & Bischof, 1994). Secara umum *region growing* dapat diartikan sebagai prosedur untuk pengelompokan pixel untuk masuk kedalam *region* yang lebih besar berdasarkan kriteria atau parameter yang telah ditentukan. Metode ini menggunakan dua parameter utama, yaitu inisialisasi *seed* dan penentuan *threshold*.

*Seed* adalah sebuah titik yang digunakan sebagai pusat dari *starting point* yang kemudian berkembang menjadi suatu *region* berdasarkan tingkat kemiripan dengan tetangganya (*neighbor*) berdasarkan intensitas pixel melalui sebuah *threshold*. Penambahan *region* akan dilakukan apabila tetangga dari *seed* memiliki kriteria sesuai dari parameter yang ditentukan. Hasil dari *seeded region growing* harus memenuhi syarat berikut, yaitu :

- $\cup_{i=1}^L Ri = R$  , dimana  $L$  adalah total *region* dan berarti semua pixel harus termasuk dalam *region*.
- $Ri$  adalah *region* yang tergabung dalam suatu kondisi,  $i = 1, 2, 3 \dots n$ ,  $n$  adalah jumlah *region*.
- $Ri \cap Rj = null$  untuk semua  $i \neq j$ , *region* tidak bergabung bila tidak memenuhi kondisi,  $Rj$  adalah *region* diluar pada  $Ri$ .

Pemilihan *seed* dapat dilakukan lebih dari satu, namun diperlukan suatu aturan khusus agar pada saat melakukan pembesaran *region* tidak menyebabkan saling

*overwrite*. Pemilihan kesamaan kriteria juga bergantung pada jenis data citra yang tersedia. Pada citra *monokrom*, analisis region dilakukan dengan sejumlah deskriptor yang didasarkan pada *level* intensitas atau tekstur.

1. Tentukan *connectivity* yang akan digunakan (4 / 8)
2. Inisialisasi *seed point*,
3. Tentukan *level threshold*
4. Untuk pertama kali, *seed* tersebut akan menjadi *center* berukuran matrix 3x3 ,
5. Cek semua tetangga *seed*, jika ditemukan (hasil pengurangan pixel tetangga dengan pixel *seed* awal) > *threshold*, maka diberikan label 0, jika kebalikannya, maka diberikan label 1 dan bergabung menjadi satu *region* dengan *seed*
6. Lakukan hal yang sama pada setiap tetangga yang bergabung menjadi satu *region*, proses dihentikan bila tidak ada lagi tetangga yang dapat digabung kedalam *region*

Gambar 2. 9 Pseudocode Seeded Region Growing

Pemilihan *connectivity* juga mempengaruhi hasil segmentasi, karena metode ini melakukan pengecekan ketetanggaan sesuai dengan *connectivity* yang dipilih. Pada gambar 2.8 adalah jenis *connectivity* yang secara umum digunakan dan digambarkan dengan matrix 3x3 dimana (x,y) adalah inisialisasi *seed*. Dan pada gambar 2.9 adalah contoh hasil dari *seeded region growing* dengan menggunakan 4-*connectivity* dan 8-*connectivity*. Seperti yang dilihat pada gambar tersebut, bahwa menggunakan 4-*connectivity* menghasilkan tiga *region*, sedangkan untuk 8-*connectivity* menghasilkan dua *region* saja.

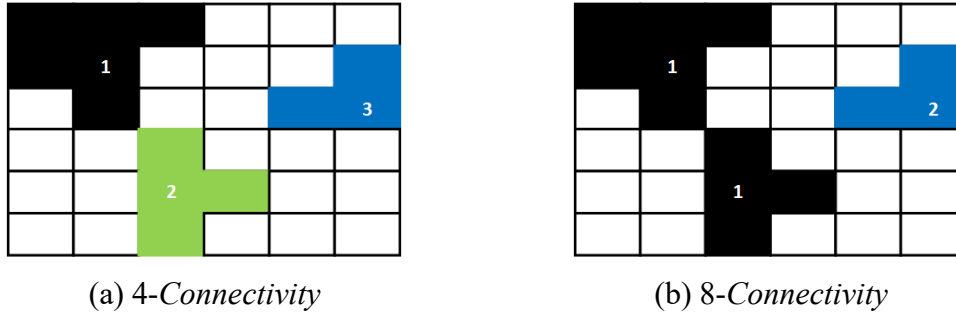
	(x,y+1)	
(x-1,y)	(x,y)	(x+1,y)
	(x,y-1)	

(a) 4-Connectivity

(x-1,y+1)	(x,y+1)	(x+1,y+1)
(x-1,y)	(x,y)	(x+1,y)
(x-1,y-1)	(x,y-1)	(x+1,y-1)

(b) 8-Connectivity

Gambar 2. 10 Connectivity



Gambar 2. 11 Hasil *Connectivity* Pada *Region*

### 2.2.5 Watershed Transform

Metode konsep watershed sebagai *tool morphology* pertama kali diperkenalkan oleh Digabel dan Lantuejoul, kemudian dikembangkan lagi oleh Digabel dan Beuche dengan konsep *immersion*. Efisiensi pada metode *watershed* kemudian dipopulerkan oleh Vincent pada penelitian (Vincent & Soille, 1991). Pada penelitian tersebut kemudian dikembangkan lagi oleh Meyer dalam penelitian (Meyer, 1994) dengan menambahkan konsep *topographic distance*, yaitu menganggap citra seperti topografi relief. Dari konsep tersebut lahir citra *gradient* yang secara maksimal diterapkan *watershed* untuk segmentasi citra (Roerdink & Meijster, 2000). Untuk mendapatkan citra *gradient* tersebut dapat menggunakan formula sebagai berikut :

$$cost(p, q) = \begin{cases} LS(p) \cdot d(p, q), & \text{Jika } f(p) > f(q) \\ LS(q) \cdot d(p, q), & \text{Jika } f(p) < f(q) \\ 0,5 \cdot (LS(p) + LS(q)) \cdot d(p, q), & \text{Jika } f(p) = f(q) \end{cases} \quad (6)$$

$$LS(p) = \max_{q \in N_G} \left( \frac{f(p) - f(q)}{d(p, q)} \right) \quad (7)$$

$$LS(q) = \max_{p \in N_G} \left( \frac{f(q) - f(p)}{d(p, q)} \right) \quad (8)$$

$$d(p, q) = \sqrt{(p_1 - p_2)^2 + (q_1 - q_2)^2} \quad (9)$$

Citra dimisalkan sebagai matrix dengan panjangnya citra sebagai kolom dan lebarnya citra sebagai baris. Nilai *value* pada matrix *pixel p*  $f(p)$  akan dibandingkan dengan *value* pada matrix *pixel q*  $f(q)$ , jika  $f(p)$  lebih besar daripada  $f(q)$ , maka melakukan perhitungan nilai lereng  $LS(p)$  pada satu titik pixel dengan semua titik pixel pada citra. Nilai  $LS(p)$  dihitung berdasarkan selisih value pada  $f(p)$  dengan  $f(q)$  dan dibagi dengan jarak *distance*  $d(p, q)$ . Jumlah langkah *pixel* pada matrix  $cost(p, q)$  dihitung berdasarkan

nilai  $LS(p)$  dengan  $d(p,q)$ . Nilai  $LS(p)$  yang tertinggi akan diproses untuk menentukan nilai *gradient* sementara dan selain itu akan diabaikan.

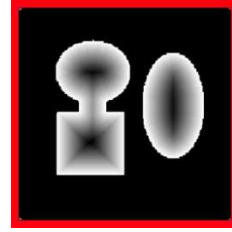
$$T_f^\pi(p, q) = \sum_{i=0}^{l-1} d(p_i, p_{i+1}) \text{cost}(p_i, p_{i+1}) \quad (10)$$

$$T_f(p, q) = \underset{\pi \in [p \rightsquigarrow q]}{MIN} T_f^\pi(p, q) \quad (11)$$

Setelah itu, nilai *gradient* sementara  $T_f^\pi(p, q)$  dihitung berdasarkan nilai  $LS(p)$  tertinggi yang dikalikan dengan  $\text{cost}(p, q)$  pada setiap pixelnya. Nilai *gradient* topografi yang optimal  $T_f(p, q)$  adalah mengambil nilai dari minimal dari  $T_f^\pi(p, q)$ .



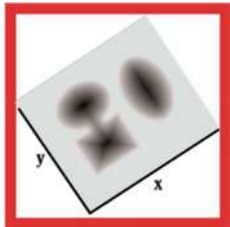
(a) Bidang Dasar x, y



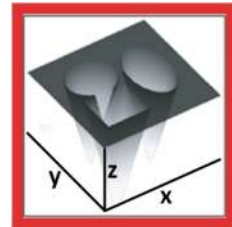
(b) Bidang Dasar x, y, z

Gambar 2. 12 Ilustrasi Citra *Gradient*

*Watershed transform* merupakan salah satu metode berbasis region dan memiliki konsep seperti topografi relief yang dialirkan dengan air. Dalam segmentasi citra, *Watershed* menganggap citra merupakan suatu bentuk tiga dimensi yang diwakili oleh posisi x, y dan z. Sebuah bidang dasar berbentuk *plane* mengambil koordinat pixel dari posisi x dan y, sedangkan untuk z merupakan tingkatan *gray level* pada citra tersebut. Dari gray level tersebut dikatakan semakin mendekati *gray level* 0 (gelap) maka tingkatan akan semakin rendah, bila semakin mendekati *gray level* 255 (terang) maka tingkatan akan semakin tinggi. Gambar 2.13 Merupakan ilustrasi dari sebuah topografi dari citra



(a) Bidang Dasar x, y



(b) Bidang Dasar x, y, z

Gambar 2. 13 Ilustrasi Topografi Citra

Dari gambar diatas, maka ada tiga macam kondisi pada *watershed*, yaitu :

- Titik *seed* yang merupakan *local minimum* pada citra. Kondisi ini disebut sebagai *marker*,
- Sekumpulan titik yang merupakan tempat jatuhnya setetes air, sehingga air tersebut akan menjangkau daerah minimum tertentu. Kondisi ini disebut sebagai *region / basin watershed*,
- Sekumpulan titik yang merupakan tempat jatuhnya air, maka air tersebut memiliki kemungkinan untuk jatuh ke salah satu daerah minimum yang ada pada citra. Kondisi ini disebut sebagai garis *watershed / dam*. Ketiga kondisi ini diilustrasikan berupa matrix 3 x 3 dengan 4-connectivity pada Gambar 2.14.

3	2	2
3	1	1
0	1	0

(a) Citra

3	2	2
3	1	1
Marker A	1	Marker B

(b) Kondisi 1

3	Region B	
Region A	1	

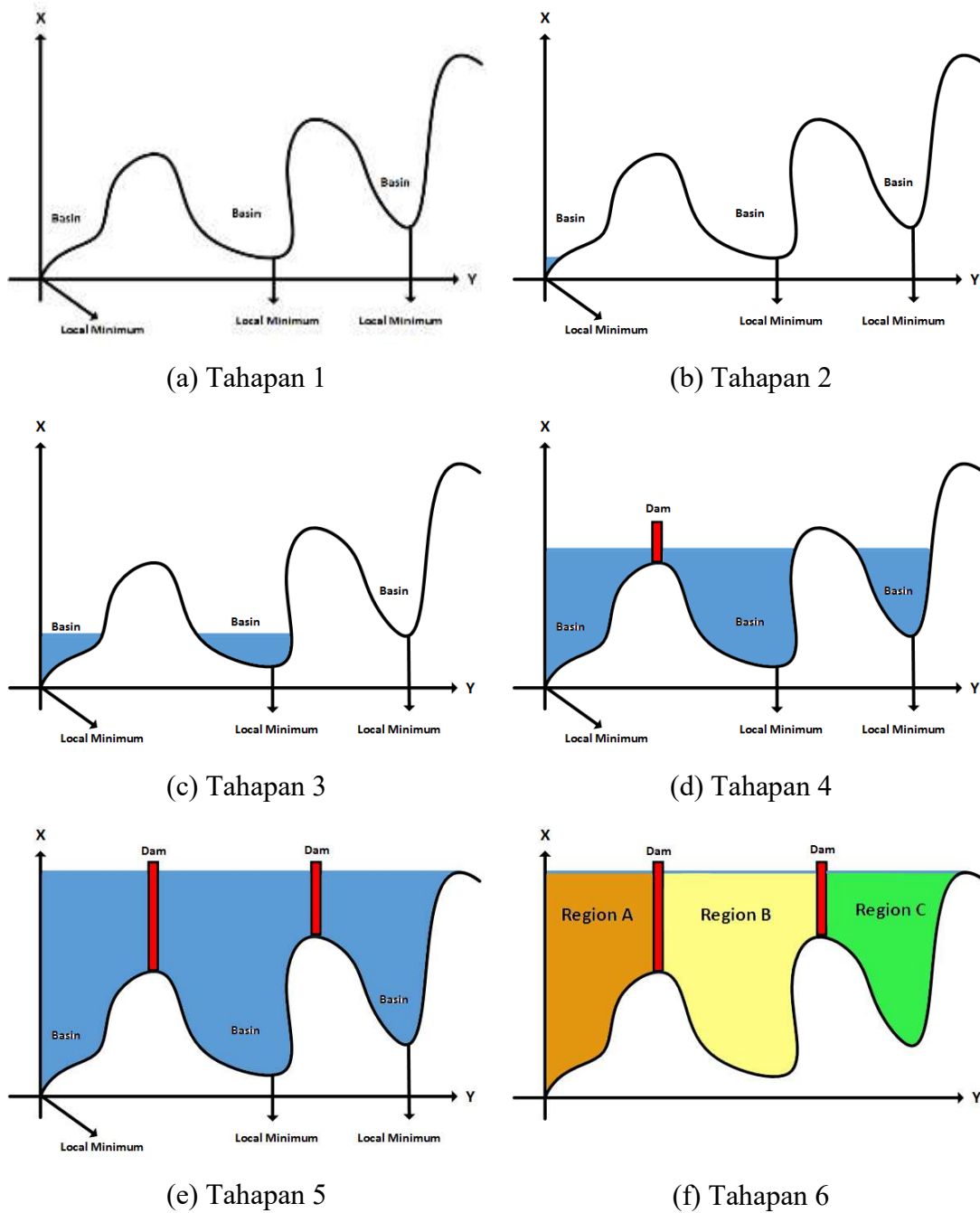
(b) Kondisi 2

Dam	Region B	
Region A	Dam	

(b) Kondisi 3

Gambar 2. 14 Ilustrasi Matrix Citra

Sebagai contoh, *gray level* suatu citra dalam dua dimensi dinotasikan  $g(x,y)$  dan dianggap sebagai permukaan topografi, dimana tiap *gray level* pada *histogram* dianggap sebagai tingkat ketinggian (*terrain elevation*) sehingga menghasilkan bukit dan lembah pada topografi tersebut. Dari topografi tersebut memiliki tiga lembah yang dimana titik pangkalnya disebut dengan *local minimum*. Proses pembanjiran dilakukan dengan melubangi *local minimum* tersebut dan dicelupkan kedalam kolam air, sehingga air akan mulai membanjiri suatu topografi dari *local minimum* terendah. Suatu lembah yang telah terendam air disebut dengan *region / catchment basin watershed*. Dan bukit yang telah terendam akan menjadi sebuah bendungan (dam) / garis *watershed* untuk memisahkan suatu *region* yang telah tergabung pada saat proses pembanjiran. Proses pembanjiran akan berhenti ketika air mencapai titik maksimal dari bukit topografi tersebut. Untuk ilustrasi pembanjiran berdasarkan topografi dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2. 15 Ilustrasi Pembanjiran Topografi

Secara umum metode ini digunakan pada citra *gradient* atau citra yang memiliki dua ruang warna. Misalkan saja  $M_1, M_2, M_3, \dots, M_R$  merupakan koordinat *local minimum* dari suatu citra  $g(x,y)$ . Maka dapat dikatakan bahwa  $C(M_R)$  merupakan sekumpulan  $M_R$  pada suatu *catchment basin* yang dipengaruhi oleh suatu *connectivity*. Dan notasi *min* dan *max* merupakan nilai minimal dan maksimal pada  $g(x,y)$ . kemudian untuk  $g(s,t)$  adalah



bidang dasar (plane) yang menjadi garis air pada suatu  $g(x,y)$ . maka  $T[n]$  merupakan volume air yang telah membanjiri  $g(x,y)$  sehingga diartikan sebagai sekumpulan koordinat  $(s,t)$  dari  $g(s,t)$ , dimana untuk setiap  $g(s,t) < n$ . Untuk posisi pada  $T[n]$  secara geometri yaitu sekumpulan koordinat di  $g(s,t)$  yang berada pada  $g(x,y) = n$ , Sehingga untuk notasi matematikanya adalah sebagai berikut :

$$T[n] = \{ (s, t) \mid g(s, t) < n \}. \quad (12)$$

Topografi pada  $g(x,y)$  akan dibanjiri secara *increment*, dimana nilai awalan dimulai dari 0 dan nilai akhirnya adalah 254, sehingga proses awal pembanjiran dinotasikan dari  $n = \min + 1$  sampai  $n = \max + 1$ . Untuk mengetahui setiap langkah  $n$ , algoritma harus mengetahui kedalaman air pada topografi yang telah dibanjiri. Misalkan secara konsep, untuk  $g(x,y) = n$  dianggap sudah dibanjiri dengan air dari  $T[n]$ , akan diberikan label berwarna “hitam” dan untuk yang belum terbanjiri akan diberikan label berwarna “putih”, sehingga jika dilihat dari atas / *top view* akan berbentuk seperti citra *biner*. Kemudian untuk  $C_n(M_R)$  adalah sekumpulan  $M_R$  pada suatu *catchment basin* pada suatu tingkatan  $n$ . Dari konsep tersebut maka notasi matematikanya adalah sebagai berikut :

$$C_n(M_R) = C(M_R) \cap T[n] \quad (13)$$

Dengan kata lain  $C_n(M_R)$  bernilai “1” atau “hitam” pada  $(x,y)$ , apabila  $C(M_R)$  pada  $g(x,y)$  telah dibanjiri dengan air dari  $T[n]$  atau dinotasikan jika  $(x,y) \in C(M_R)$  dan  $(x,y) \in T[n]$ ; sebaliknya  $C_n(M_R)=0$  atau ”putih”. Selanjutnya adalah untuk mendapatkan penggabungan / *union* dari *catchment basin* pada tingkatan  $n$  yang dinotasikan dengan  $C[n]$ . Untuk notasi matematikanya proses tersebut sebagai berikut :

$$C[n] = \bigcup_{i=1}^R C_n(M_R) \quad (14)$$

Sehingga dapat dijabarkan bahwa *catchment basin* yang tergabung adalah gabungan dari *catchment basin* yang terendam air dan menyebabkan terbentuknya sebuah dam. Dan untuk semua *catchment basin* yang tergabung atau  $C[\max + 1]$  dan akhir dari proses pembanjiran dinotasikan sebagai berikut :

$$C[\max + 1] = \bigcup_{i=1}^R C(M_i) \quad (15)$$

Algoritma menentukan garis *watershed* dimulai dengan  $C[\min + 1] = T[\min + 1]$ , sehingga awal proses dari  $C[n]$  berasal dari nilai minimal pada sebuah topografi  $g(x,y)$ . Algoritma kemudian memproses secara rekursif, menghitung  $C[n]$  dari  $C[n - 1]$ . Misalkan  $Q$  dinotasikan sebagai sekumpulan *connected component* pada  $T[n]$ . Kemudian, untuk setiap *connected component*  $q \in Q[n]$ , maka terdapat 3 kemungkinan:

1.  $q \cap C[n - 1]$  adalah kosong,
2.  $q \cap C[n - 1]$  mengandung satu *connected component* dari  $C[n - 1]$ ,
3.  $q \cap C[n - 1]$  mengandung lebih dari satu *connected component* dari  $C[n - 1]$ .

Konstruksi  $C[n]$  dari  $C[n - 1]$  tergantung pada tiga kondisi ini. Kondisi 1 terjadi jika menemukan minimal baru, dimana kasus *connected component*  $q$  disatukan pada  $C[n-1]$  ke bentuk  $C[n]$ . Kondisi 2 terjadi jika  $q$  berada pada catchmen basin dari beberapa daerah minimal, yang mana kasus  $q$  disatukan pada  $C[n-1]$  dalam bentuk  $C[n]$ . Kondisi 3 terjadi ketika ada dua *catchment basin* atau lebih yang saling berebut *region*. Dan untuk kondisi ini, dam terbentuk untuk mencegah *overflow* pada *catchment* yang terbentuk.

## 2.2.6 Otomatisasi Inisial *Seed* dan *Threshold*

*Seeded region growing* harus menentukan secara manual untuk parameter *seed* dan *threshold*. Kesalahan dalam penentuan *seed* akan menyebabkan kesalahan segmentasi dan mungkin saja yang disegmentasi adalah bukan objek yang kita hendaki. Kesalahan dalam penentuan *threshold* juga mempengaruhi segmentasi seperti hasil segmentasi yang berlebihan (*over-segmentasi*) atau objek yang disegmentasi tidak sampai keseluruhan bentuk. Untuk itu, maka diperlukan sebuah cara menghindari kesalahan *threshold* dan inialisasi *seed* yang bersifat otomatis.

Untuk formula pada penelitian (Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib, Oktober 2013) dalam menentukan *seed* pada citra, yaitu menghitung *mean intensity region* (MIR), *density*, sedangkan untuk mendapatkan *threshold* (T) adalah dengan menghitung *neighboring area* (Na), *mean intensity neighboring region* (MINR).

Pada penelitian (Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib, Oktober 2013) menggunakan *level set*, *morphology thinning* dan *MMRT* sebelum menentukan otomatisasi *seed* dan *threshold*. Formula *MMRT* adalah sebagai berikut :

$$MMRT = \frac{\sum_{i=0}^N M_i}{N} \quad (16)$$

*MMRT* adalah kalkulasi rata-rata intensitas pixel  $M_i$  pada semua pixel dari awal baris  $i$  pada citra 2D sampai akhir baris  $N$  dan dibagi dengan  $N$  dari citra tersebut. Kemudian semua graylevel dibawah *MMRT* akan dirubah menjadi 0 (hitam), sedangkan yang lainnya tidak berubah. Setelah proses tersebut dilakukan *refinement* dengan *morphology open* dan *closing*. Hasil dari proses tersebut membentuk beberapa *region*, dan dari *region* tersebut dilakukan proses penentuan *density*.

*Mean intensity region* diperlukan untuk mengetahui rata-rata jumlah intensitas dalam suatu *region*, sehingga dapat diketahui *region* yang paling banyak memiliki intensitas dan panjang *gray level*. Dengan dinotasikannya *MIR* sebagai *mean intensity region*,  $N$  adalah jumlah panjang *gray level*,  $I$  adalah intensitas pada *gray level*  $n$ . Formula untuk *MIR* adalah sebagai berikut :

$$MIR = \frac{\sum_{n=1}^N I_n}{N} \quad (17)$$

*Density* adalah kepadatan pada suatu *region*, hal itu diperlukan untuk mengetahui seberapa besar intensitas dalam luasan *region* tersebut. Luas dalam suatu *region* dapat diketahui dengan melakukan ekstraksi fitur geometri atau dengan menghitung seluruh *pixel* dengan dimana nilai *gray level pixel* tersebut lebih dari 1. Maka diformulasikan menjadi :

$$Density = \frac{Area}{MIR} \quad (18)$$

Setelah mengetahui *density* suatu *region*, maka diperlukan untuk mengurutkan *density* yang tertinggi ke terendah. Kemudian ambil *density* terbaik sesuai jumlah titik puncak *histogram* pada ruang warna *hue*. Dari *density* terbaik tersebut, pilih *gray level* dengan intensitas tertinggi untuk mendapatkan koordinat (x,y) sebagai inisialisasi *seed*. *Neighboring area* ( $N_a$ ) diperlukan untuk mengetahui luasan *region* yang dijadikan tetangga sehingga dapat membantu mengetahui nilai *threshold* pada citra tersebut.

$$Na = Whole_{image} - (Selection_{image}) \quad (19)$$

Setelah mengetahui luasan *region* pada tetangga, maka selanjutnya adalah menghitung *mean intensity neighboring region*. Hal ini perlu dilakukan agar mengetahui tingkat rata-rata intensitas *pixel* pada *region* tersebut. Dengan dinotasikannya *MINR* sebagai *mean intensity neighboring region*, *M* adalah jumlah *region* yang tersisa, *MIR* adalah *MIR* pada *region n*.

$$MINR = \frac{\sum_{n=1}^M MIR_n}{M} \quad (20)$$

Dari formula diatas, maka didapatkan sebuah *threshold* pada citra tersebut yang dinotasikan sebagai *T*.

$$T = (MIR - MINR) \quad (21)$$

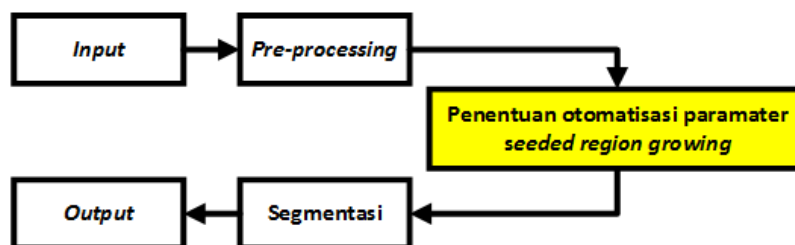
## BAB III

### METODA PENELITIAN

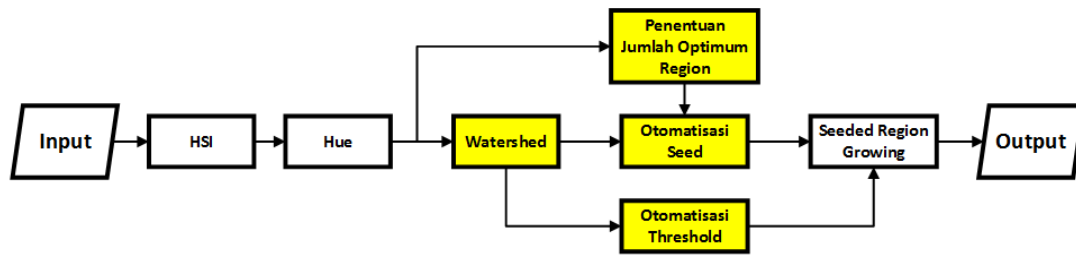
#### 3.1 Metode Usulan

##### 3.1.1 Model Sistem Metode Usulan

Metode usulan yang digunakan adalah penentuan otomatis *seeded region growing* pada *region watershed* untuk segmentasi citra ikan tuna. Dimana ruang warna HSI yang digunakan diadaptasi dari penelitian (Azhar, Arifin, & Khotimah, Juni 2016), penentuan otomatisasi parameter inisialisasi *seed* dan *threshold* didapatkan dengan menggunakan metode *watershed* seperti pada penelitian (Fadllullah, Arifin, & Navastara, Juli 2016) sebagai pembentukan *region* dari citra yang diambil, kemudian melakukan perhitungan untuk mendapatkan *density* intensitas setiap *region* yang diurutkan secara *descending* dari penelitian (Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib, Oktober 2013) dan dikombinasikan dengan penelitian (Yao, Duan, Li, & Wang, 2013) untuk segmentasi satu citra dalam ruang warna *hue* pada *multi-region* berdasarkan jumlah titik puncak histogram. Hasil parameter tersebut kemudian akan digunakan pada *seeded region growing* untuk proses segmentasi dan hasil segmentasi yang terbaik pada *multi-region* tersebut akan dipilih berdasarkan nilai *relative foreground area error* (RAE). Ada 5 tahapan utama dalam penelitian ini, yaitu *input*, *pre-processing*, penentuan otomatisasi parameter, segmentasi dan *output*. Kontribusi pada penelitian ini ada pada tahapan penentuan otomatisasi parameter *seeded region growing* seperti pada Gambar 3.1, dan untuk Gambar 3.2 merupakan model metode usulan sistem secara detail.



Gambar 3. 1 Model Sistem Global Metode Usulan



Gambar 3. 2 Model Sistem Detail Metode Usulan

### 3.1.2 Jadwal Kegiatan

Jadwal kegiatan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Jadwal Kegiatan

Aktivitas	Bulan															
	8				9				10				11			
Studi Literatur																
Analisis dan Desain																
Pembuatan Perangkat Lunak																
Uji Coba dan Analisis Hasil																
Dokumentasi																

## 3.2 Input

### 3.2.1 Data

Dalam penelitian ini data yang didapatkan berasal dari PT. Aneka Tuna Indonesia. Data dari citra yang digunakan sama dengan penelitian dari (Azhar, Arifin, & Khotimah, Juni 2016) dan (Fadllullah, Arifin, & Navastara, Juli 2016) dengan total 55 citra berformat jpg. Dimana 30 citra yang memiliki dimensi 2889 x 1625 *pixel* dengan background berupa keranjang berwarna kuning disebut dengan data kategori 1, 25 citra yang memiliki dimensi 448 x 299 *pixel* dengan background berupa kardus berwarna coklat keabu-abuan disebut dengan data kategori 2. *Groundtruth* didapatkan dengan pembuatan secara manual dengan *software* adobe photoshop. Dimana warna putih pada *groundtruth* adalah objek dan warna hitam adalah *background*.



(a) Big Eye

(b) Skip Jack

(c) Yellow Fin

Gambar 3. 3 *Sample Data* Kategori 1



(a) Big Eye

(b) Skip Jack

(c) Yellow Fin

Gambar 3. 4 *Sample Data* Kategori 2

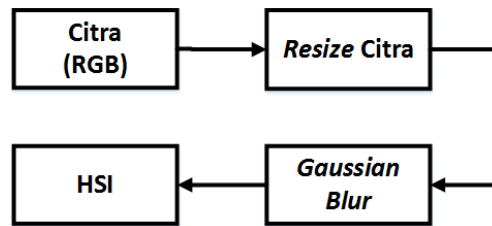
### 3.3 Pre-processing

#### 3.3.1 Transformasi ke Ruang Warna HSI

Pada tahap ini adalah transformasi ke ruang warna HSI, ruang warna ini pada bab 2.1 sudah dijelaskan memiliki kelebihan dalam mengatasi pencahayaan yang tidak merata pada citra. Berdasarkan hal tersebut penggunaan ruang warna ini digunakan pada proses segmentasi menggunakan *seeded region growing*.

*Pre-processing* yang dilakukan adalah melakukan *resize* citra ikan tuna menjadi 10% dari ukuran normal, apabila ukuran dimensinya lebih dari 500 x 500 *pixel*. Hal ini dilakukan untuk mengurangi waktu pemrosesan transformasi ruang warna dari RGB ke HSI. Untuk menjaga intensitas pixel tetap normal setelah *resize* citra, maka dilakukan proses *low-pass filter* yaitu *gaussian blur*. Selanjutnya adalah mengubah citra dari ruang warna RGB menjadi ruang warna HSI. Untuk formula yang digunakan dalam konversi menjadi HSI ada terdapat pada formula (1), (2), (3) dan (4) dibagian bab 2.2.2. Formula tersebut membutuhkan pemisahan citra RGB menjadi masing-masing *channel*, yaitu *channel red*, *channel green* dan *channel blue*. Hasil dari transformasi ke ruang warna HSI

juga akan terpisah menjadi citra 2D dalam masing-masing *channel*, *channel* yang dihasilkan ialah *channel hue*, *channel saturation* dan *channel intensity*.

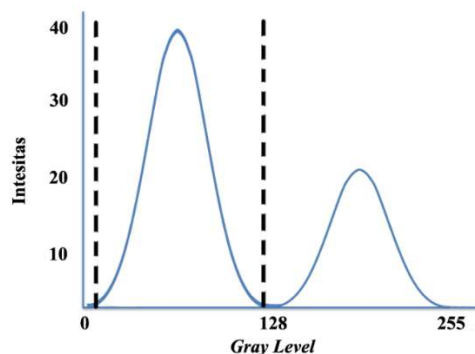


Gambar 3. 5 Transformasi ke HSI

### 3.4 Penentuan Otomatisasi Parameter *Seeded Region Growing*

#### 3.4.1 Penentuan Jumlah Region

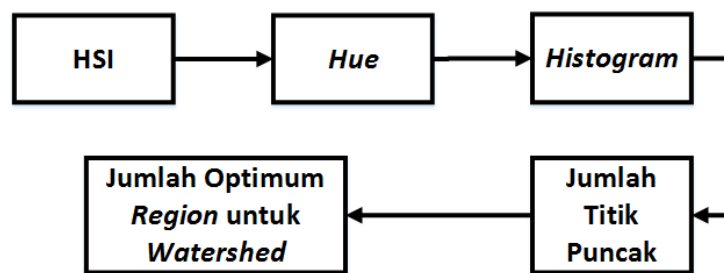
Pada tahapan ini adalah penentuan jumlah optimum *region* untuk *watershed* yang akan disegmentasi pada *seeded region growing*. Tujuan dari penggunaan multi-*region* adalah untuk mencari segmentasi terbaik dari *seed* dan *threshold* yang berbeda. Penggunaan titik puncak *histogram* dilakukan sebagai penentuan jumlah *region* dikarenakan *histogram* dapat menggambarkan jumlah intensitas *pixel* secara jelas, dari intensitas yang terbanyak pada *histogram* tersebut dapat digunakan sebagai *seed*. Faktor yang lainnya adalah *histogram* dapat digunakan untuk mencari informasi tentang dominasi intensitas *pixel* dari objek dan *background*. Hal tersebut berlaku apabila distribusi *histogram* bersifat *gaussian*. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka peletakan *seed* juga terkadang diperlukan pada *background* daripada objek. Untuk menunjang penentuan jumlah *region* tersebut, maka *histogram* yang digunakan adalah ruang warna hue, dimana ruang warna tersebut distribusi *histogram*-nya lebih bersifat *gaussian* daripada saturasi dan intensitas.



Gambar 3. 6 Distribusi *Gaussian*



Pada bab 2.2.3 sudah menjelaskan tentang penentuan jumlah titik puncak berdasarkan *histogram*. *Histogram* yang digunakan berdasarkan ruang warna hue, kemudian proses selanjutnya adalah dengan melakukan *smoothing* pada *histogram* seperti pada formula (5). Dari formula tersebut akan menghasilkan *histogram* baru yang kemudian jumlah titik puncaknya disimpan sementara untuk menghasilkan nilai *threshold* pada *histogram*, kemudian jumlah titik puncaknya dihitung kembali berdasarkan *threshold* yang didapatkan.



Gambar 3. 7 Penentuan Jumlah *Region* dari *Histogram*

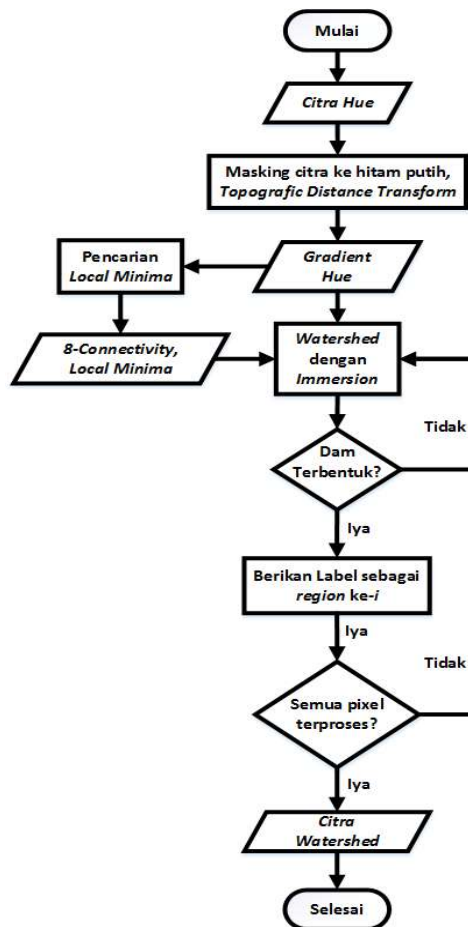
### 3.4.2 *Watershed Transform*

Pada tahapan ini adalah penggunaan watershed untuk pembentukan *region* pada citra. Pada bab 2.2.5 sudah menjelaskan tentang konsep algoritma pada *watershed*. Penelitian ini menggunakan 2 (dua) parameter pada metode *watershed*, yaitu citra *gradient* dari ruang warna hue dan konektivitas *region* yang digunakan, konektivitas yang digunakan adalah 8-connectivity agar dam yang terbentuk lebih sedikit, sehingga menghasilkan jumlah *region* yang lebih sedikit dan memperluas *area* pada *region*.

Setelah jumlah optimum *region* untuk *watershed* telah ditentukan, maka proses selanjutnya adalah *watershed transform*. Citra pada ruang warna hue dibuat sebuah *masking* menjadi hitam putih, dimana *pixel* dengan *gray level* diatas 127 adalah putih dan dibawah dari nilai tersebut adalah hitam. Pembuatan *masking* bertujuan untuk membuat citra baru yaitu *gradient* hue dan menjaga citra pada ruang warna hue masih dalam keadaan orisinil. Citra *masking* tersebut kemudian dilakukan proses *topografic distance transform* seperti pada formula (6), (7), (8), (9), (10) dan (11). Hasil dari formula tersebut akan membentuk sebuah citra *gradient* yang akan menjadi parameter input pada *watershed*.

Kemudian melakukan proses pencarian *local minima* pada citra *gradient* tersebut, *local minima* dapat ditetapkan berdasarkan intensitas *pixel* terkecil dan hanya 1(satu) *local minima* yang menjadi perwakilan bila ada terdapat *local minima* yang saling terhubung ketetanggaannya, jumlah *local minima* pada citra tersebut dapat lebih dari 1(satu). *Local minima* tersebut kemudian dilakukan proses watershed dengan cara immersion.

Proses *immersion* telah dijelaskan dengan mendefinisikan dari notasi (12), (13), (14) dan (15). Inisialisasi pada proses *immersion* dimulai dari *local minima* dengan *pixel gray level* terkecil. Dam / garis *watershed* akan terbentuk apabila terjadi sebuah kondisi, dimana *pixel* melakukan saling tampa dengan *pixel* tetangganya, saat dam terbentuk proses penimpaan dapat dihindari. *Immersion* dilakukan secara rekursif pada semua *pixel*. Proses akan berhenti sampai semua *pixel* telah terproses dan menjadi bagian dari salah satu *region* yang terbentuk.



Gambar 3. 8 Flowchart Watershed Transform

### 3.4.3 Penentuan *Seed*

Pada tahapan ini merupakan penentuan otomatisasi *seed* pada *region* yang dihasilkan oleh *watershed*. Banyaknya jumlah *seed* yang dihasilkan sama dengan jumlah optimum *region* yang didapatkan. Proses untuk mendapatkan *seed* telah dijelaskan pada bab 2.2.6, namun hanya mengadopsi dari formula (17) dan (18). Formula tersebut diterapkan pada hasil *region* dari *watershed*.

Penentuan *seed* diawali dengan melakukan perhitungan *mean intensity region* (MIR) dan luasan area pada *region* yang dihasilkan. MIR dapat dicari dengan menggunakan formula (18), sedangkan untuk luasan area dapat dilakukan dengan pengecekan setiap pixel pada citra, jika *gray level* pada citra tersebut lebih dari 0, maka nilai *count* akan bertambah 1(satu), area adalah nilai *count* yang didapatkan dengan pengecekan semua *pixel*.

```
1. Count = 0;
2. M = panjang pixel
3. N = lebar pixel
4. For i = 1 : M
5.     For j = 1 : N
6.         Jika pixel citra(x,y) lebih dari 0, maka
7.             Count ++
8.     End
9. End
10. Area = Count
```

Gambar 3. 9 Pseudocode Luas Area Region

Proses selanjutnya adalah menentukan *density* pada *region* dengan menggunakan formula (18). Alasan *density* digunakan dalam penelitian ini dikarenakan objek pada ruang warna hue memiliki intensitas *gray level* yang besar (terang), sehingga semakin tinggi intensitas *gray level* dan luas areanya maka semakin tinggi pula *density* pada *region* tersebut, setelah itu dilakukan pengurutan *density* berdasarkan *descending* pada semua *region*.

Selanjutnya *region* yang diambil adalah *region* yang memiliki *density* terbesar sesuai dengan jumlah optimum *region* yang didapatkan, kemudian untuk mendapatkan *seed* dilakukan dengan mencari nilai intensitas *gray level* yang terbesar pada setiap pixel, namun cara tersebut akan menghasilkan *seed* yang berada diurutan terakhir berdasarkan *gray level* terbesar di *region* tersebut. Untuk menghindari hal tersebut, maka dilakukan modifikasi dengan menambahkan variabel berupa penghentian langkah pencarian *seed*

ketika proses pencarian sudah berlangsung setengah dari jumlah intensitas *gray level* yang terbesar. Setelah mendapatkan *seed*, maka diperlukan untuk mendapatkan *threshold* yang bersifat *lokal* untuk diterapkan pada *seeded region growing*.

```

1. M = panjang pixel
2. N = lebar pixel
3. O = round(panjang intensitas dari gray level tertinggi/2)
4. For i = 1 : M
5.     For j = 1 : N
6.         Jika pixel citra(x,y) adalah O maka
7.             Seed adalah pixel citra(x,y)
8.     End
9. End

```

Gambar 3. 10 Pseudocode Pencarian *Seed*

### 3.4.4 Penentuan *Threshold*

Pada tahapan ini merupakan penentuan otomatisasi *threshold* dalam *region* yang dihasilkan oleh *watershed*. Proses untuk mendapatkan *threshold* telah dijelaskan pada bab 2.2.6. Untuk mendapatkan *threshold* tersebut adalah dengan mencari *Na* dan *MINR* yang terdapat pada formula (19) dan (20). Setelah nilai kedua parameter tersebut ditemukan, maka penggunaan formula (21) dapat dilakukan untuk mencari nilai *threshold*. *Threshold* pada penelitian ini bersifat adaptif / lokal, yang artinya nilai *region* memiliki *threshold*-nya masing-masing.

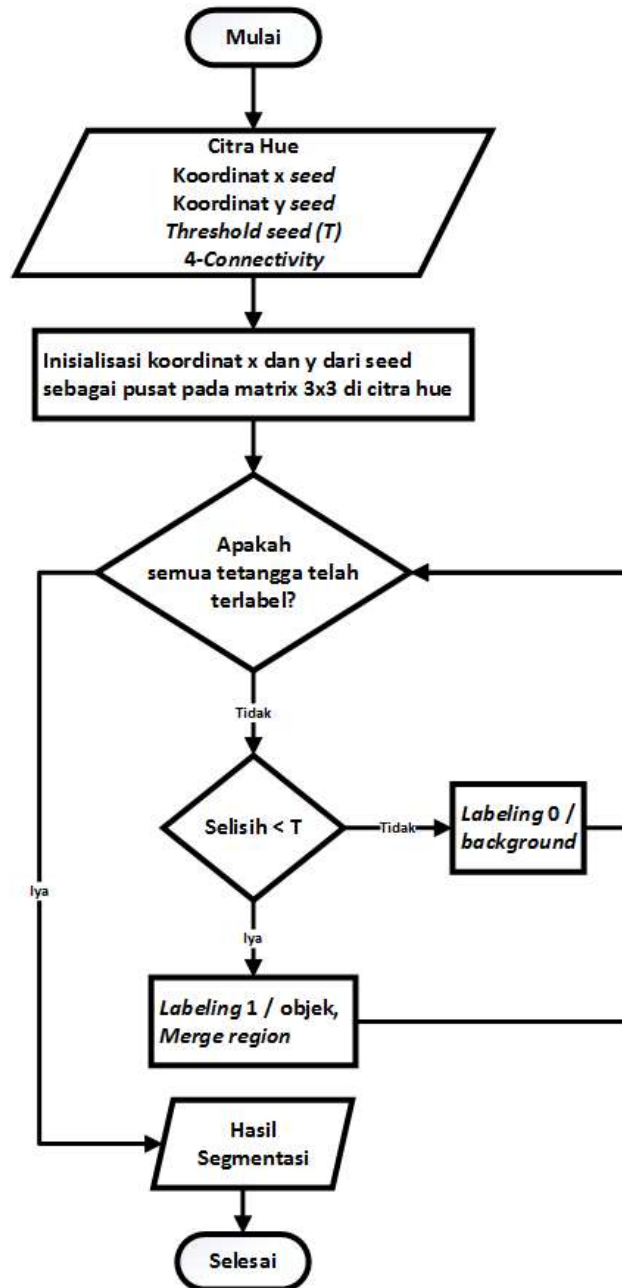
## 3.5 Segmentasi

### 3.5.1 *Seeded Region Growing*

Segmentasi dilakukan dengan menggunakan *seeded region growing* (SRG). Citra yang diproses adalah citra *hue*. Untuk inialisasi *seed* dan *threshold* adalah dari proses sebelumnya. *Connectivity* yang digunakan untuk segmentasi ini adalah 8-*connectivity*.

Dengan 3 (tiga) inputan tersebut, maka algoritma pertama kali melakukan pembuatan *matrix* 3 x 3 dimana *seed* akan dijadikan sebagai titik tengahnya. Kemudian akan dilakukan proses pengecekan pelabelan terhadap tetangga. Jika semua tetangga telah diberikan label, maka proses berhenti. Tapi bila ada tetangga yang belum diberikan label, maka akan dilakukan pengecekan *pixel* terhadap tetangga tersebut. Jika *pixel* tetangga lebih besar daripada *threshold*, maka akan dimasukkan kedalam *region* dan diberi label 1, bila kurang dari *threshold*, maka akan diberikan label 0 dan dibiarkan saja.

Dari *multi*-segmentasi tersebut, hasil segmentasi berdasarkan 3 kriteria yaitu RAE, ME dan MHD terendah yang dipilih sebagai hasil segmentasi terbaik. Untuk penentuan tersebut dapat dipilih berdasarkan dua kriteria saja, hal tersebut jika terdapat kondisi hasil segmentasi tidak ada yang memiliki nilai terendah dari 3 kategori tersebut.



Gambar 3. 11 Proses Segmentasi

### 3.6 Output

#### 3.6.1 Metode Pengujian

Evaluasi hasil segmentasi menggunakan RAE (*relative foreground area error*) dan ME (*missclassification error*), ME didefinisikan sebagai bentuk korelasi antara citra segmentasi dari sistem dengan *groundtruth* (observasi ahli). Bentuk korelasi tersebut dengan melihat rasio perbandingan dari piksel *background* yang dikenali sebagai objek dan rasio perbandingan dari piksel objek yang dikenali sebagai *background*. Perhitungan ME dapat dilihat pada formula dibawah :

$$ME = 1 - \frac{|B_O \cap B_T| + |F_O \cap F_T|}{|B_O| + |F_O|} \quad (22)$$

Dimana  $B_O$  dinotasikan sebagai *background groundtruth* dan  $F_O$  objek dari citra *groundtruth*, sedangkan  $B_T$  dinotasikan sebagai *background* hasil segmentasi dan  $F_T$  objek dari hasil segmentasinya.

RAE mengukur jumlah perbedaan properti objek seperti luas dan bentuk, pengukuran perbedaan ini dilakukan terhadap segmentasi citra yang dihasilkan oleh sistem terhadap citra *groundtruth*. Perhitungan RAE dapat dilihat pada formula dibawah:

$$RAE = \begin{cases} \frac{A_O - A_T}{A_O} & \text{jika } A_T < A_O, \\ \frac{A_T - A_O}{A_T} & \text{jika } A_T \geq A_O, \end{cases} \quad (23)$$

Dimana  $A_O$  adalah area dari referensi citra, dan  $A_T$  adalah area dari citra hasil. Distorsi bentuk dari citra yang dihasilkan dan referensi citra (*ground truth*) dapat diukur dengan metode MHD (*modified Hausdroff distance*). Formula untuk MHD seperti dibawah :

$$MHD(F_O, F_T) = \max(d_{MHD}(F_O, F_T), d_{MHD}(F_T, F_O)) \quad (24)$$

Dimana

$$d_{MHD}(F_O, F_T) = \frac{1}{|F_O|} \sum_{f_o \in F_O} \min_{f_t \in F_T} \|f_o - f_t\| \quad (25)$$

$F_O$  dan  $F_T$  dinotasikan piksel area citra referensi dan piksel area citra hasil dari sistem.

### 3.6.2 Skenario Uji Coba

Untuk membandingkan hasil segmentasi citra ikan tuna dilakukan evaluasi kinerja secara kuantitatif. Skenario uji coba yang dilakukan adalah dengan melakukan perhitungan RAE, ME dan MHD pada metode yang diusulkan dengan tiga metode sebelumnya, yaitu metode dari penelitian (Azhar, Arifin, & Khotimah, Juni 2016), penelitian (Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib, 2014) dan penelitian (Adams & Bischof, 1994). Untuk metode penelitian (Azhar, Arifin, & Khotimah, Juni 2016) dan (Fadllullah, Arifin, & Navastara, Juli 2016) dijadikan sebagai *benchmark* dikarenakan memiliki data pengujian yang sama, sedangkan metode penelitian (Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib, 2014) digunakan karena menurut (Melouah, Mei 2015) merupakan metode yang bagus untuk otomatisasi *seed* dan *threshold* pada *seeded region growing*, sedangkan metode penelitian (Adams & Bischof, 1994) digunakan untuk mengetahui performa dari otomatis dengan manual.

(halaman ini sengaja dikosongkan)



## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Penelitian**

##### **4.1.1 Lingkungan Uji Coba**

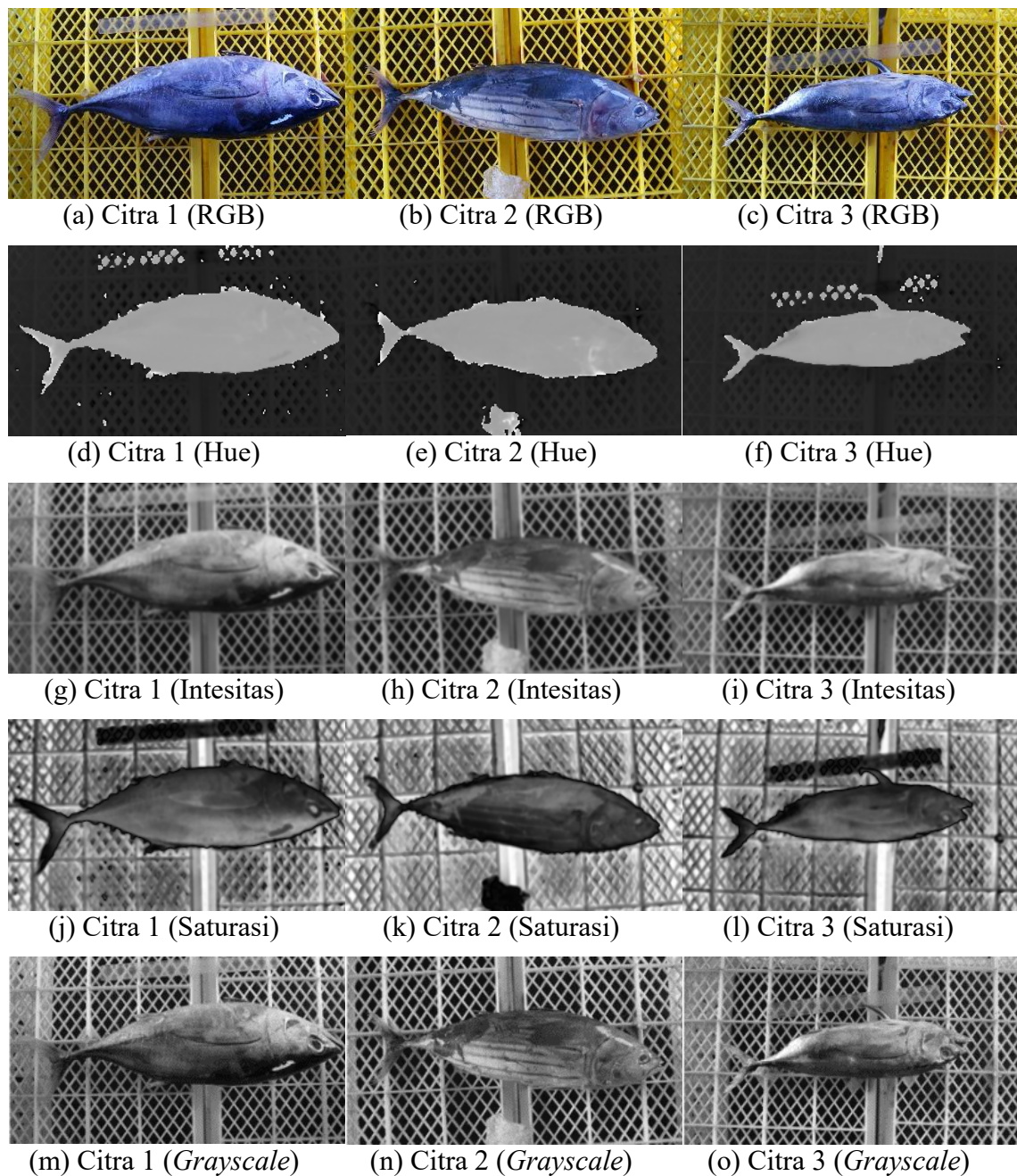
Data *sample* diujikan dengan menggunakan komputer dengan spesifikasi processor Intel® Core™ i5-3337U CPU @ 1.80 GHz, memori 4 GB, sistem operasi yang digunakan adalah Windows 10 Professional 64-bit dan bahasa pemrograman yang digunakan adalah Matlab R2015.

##### **4.1.2 Pre-Processing**

###### **4.1.2.1. Ruang Warna HSI**

Pengujian ruang warna pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan ruang warna usulan yaitu HSI dengan ruang warna lain yaitu *grayscale* dan RGB. Ketiga ruang warna tersebut digunakan sebagai inputan proses *watershed*. Untuk melihat keefektifitas proses *watershed* dalam pembentukan dalam *region* terhadap ruang warna tersebut, maka penelitian ini mengambil 3 sample citra dari jenis ikan yang memiliki tingkat kompleksitas tertinggi dari citra tersebut. Kompleksitas tersebut berupa pencahayaan yang tidak merata dan terdapat objek lain yang terlihat jelas pada citra.

Ruang warna yang digunakan adalah Hue. Ada terdapat dua alasan ruang warna tersebut digunakan, yang pertama adalah pembentukan *region* oleh watershed pada ruang warna hue lebih sedikit seperti pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4, hal ini dapat meningkatkan efisiensi waktu untuk menemukan *seed* dan *threshold* pada citra ikan tuna. Kedua adalah karena formula (17) dan (18) yang digunakan untuk menentukan *seed* berfokus kepada intensitas cahaya yang paling besar dalam suatu *region* seperti pada Gambar 4.1 (d)(e)(f), sehingga jika dalam suatu *region* terdapat intensitas cahaya yang hampir sama (terlalu terang atau terlalu gelap), maka besar kemungkinan menghasilkan kesalahan dalam otomatisasi seed dan threshold. Pada Gambar 4.1 adalah contoh citra ikan tuna yang dibagi kedalam ruang warna hue, saturasi, intensitas dan *grayscale*.



Gambar 4. 1 Ruang Warna Citra Ikan Tuna

#### 4.1.3 Penentuan Otomatisasi Parameter *Seeded Region Growing*

##### 4.1.3.1. Penentuan Jumlah *Region*

Titik puncak *histogram* dilakukan untuk menentukan jumlah *seed* yang digunakan pada saat proses *seeded region growing*. Hal ini diperlukan untuk meningkatkan tingkat efektifitas dalam hasil segmetasi. Dalam penentuan parameter secara otomatis terdapat kelemahan dalam penentuan *seed* dan *threshold*-nya, kelemahan

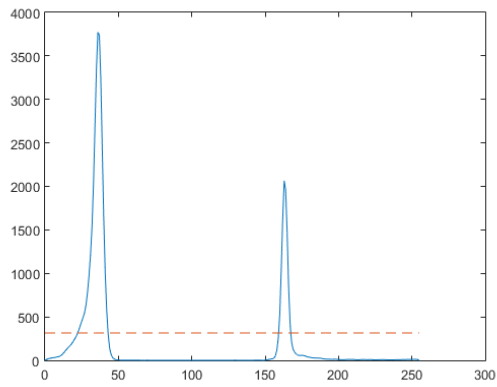
tersebut adalah over-segmentasi dan under-segmentasi. Karena citra yang akan diproses adalah berasal dari hue, maka untuk terjadinya proses over-segmentasi dapat diatasi. Hal itu dikarenakan sudah ada batasan garis yang jelas antara objek dan *background* pada Gambar 4.1 (d)(e)(f), sehingga hanya satu masalah yang akan muncul, yaitu under-segmentasi. Untuk permasalahan tersebut digunakan multi-segmentasi pada satu citra. Hasil dari multi-segmentasi tersebut digabungkan mejadi satu untuk mengatasi under-segmentasi yang akan terjadi.

Pada histogram tidak bisa secara langsung digunakan sebagai paramater untuk penentuan jumlah segmentasi yang akan diproses pada citra ikan tuna. Hal itu akan menimbulkan banyaknya jumlah titik puncak yang akan muncul. Dari permasalahan tersebut maka diperlukan suatu normalisasi *histogram*, yaitu dengan melakukan *smoothing histogram*. Dari *smoothing histogram* pada Tabel 4.1 dapat dilihat titik puncak pada *histogram* yang digunakan menjadi berkurang, hal ini mempengaruhi efesiensi pada saat proses penggabungan segmentasi. Untuk melakukan multi-segmentasi pada citra harus didukung dengan perulangan jumlah segmentasi yang normal.

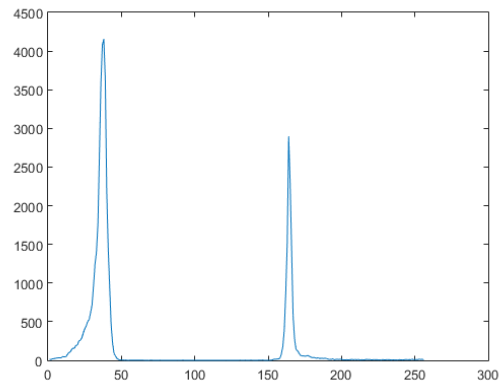
Jumlah titik puncak pada *histogram* menentukan jumlah segmentasi yang akan diproses pada citra ikan tuna. *Histogram* yang digunakan adalah pada ruang warna hue. Ruang warna hue dipilih karena memiliki jumlah titik puncak yang paling sedikit, hal tersebut dibuktikan pada Tabel 4.1 yang merupakan hasil ujicoba dengan ruang warna saturasi dan intesitas. Nilai titik puncak pada ruang warna hue lebih rendah dari saturasi dan intesitas juga dikarenakan objek dan *background* pada ruang warna tersebut dapat terlihat dengan jelas, sehingga titik puncak pada ruang warna tersebut hanya merujuk intesitas pixel pada objek dan *background*. Pada Gambar 4.2 merupakan *histogram* pada ruang warna hue.

Tabel 4. 1 Tabel Jumlah Titik Puncak *Histogram* HSI

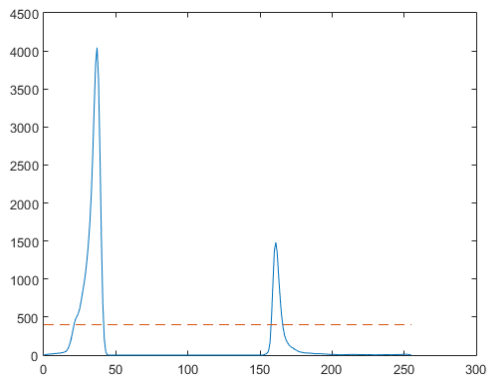
Citra	<i>Smoothing Histogram</i>				<i>Original Histogram</i>			
	Hue	Saturasi	Intesitas	Grayscale	Hue	Saturasi	Intesitas	Grayscale
Citra 1	2	10	13	11	19	23	24	22
Citra 2	2	12	12	12	14	24	23	25
Citra 3	2	13	12	14	18	29	23	26



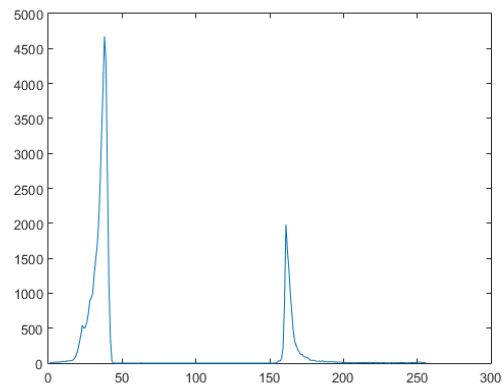
(a) *Smoothing Histogram Hue Citra 1*



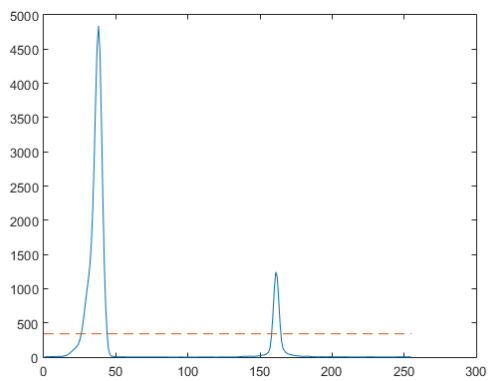
(b) *Histogram Hue Citra 1*



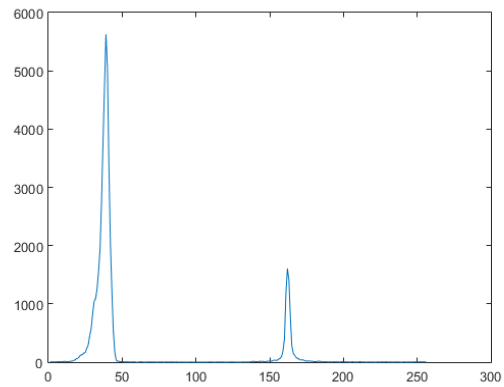
(c) *Smoothing Histogram Hue Citra 2*



(d) *Histogram Hue Citra 1*



(e) *Smoothing Histogram Hue Citra 3*



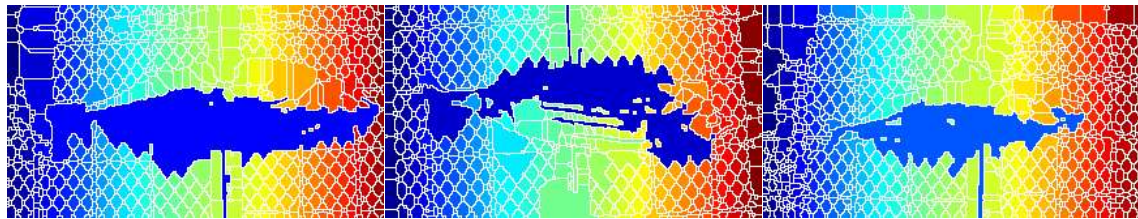
(f) *Histogram Hue Citra 1*

Gambar 4. 2 *Histogram Ruang Warna Hue*

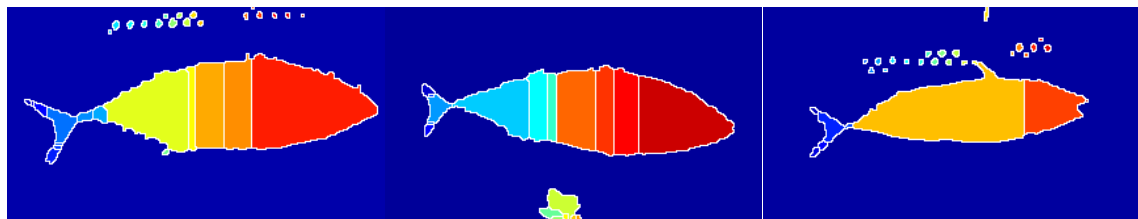


#### 4.1.3.2. *Watershed Transform*

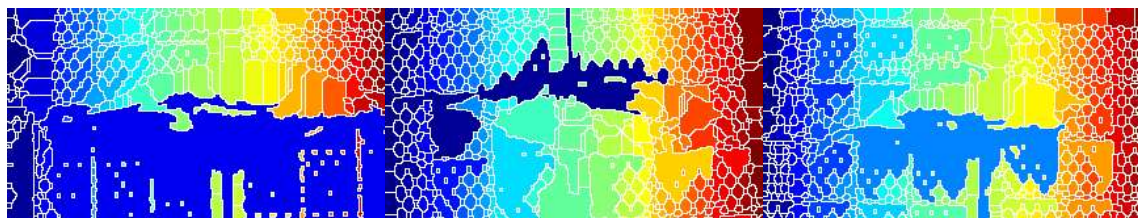
*Watershed* digunakan pada proses *pra-processing* untuk membentuk *region* yang menghasilkan garis kontur tertutup pada citra ikan tuna. Hal ini bertujuan untuk membantu penentuan letak *seed* di citra. *Watershed* diuji cobakan pada 3 ruang warna yaitu HSI, RGB dan *grayscale* untuk mengetahui tingkat pembentukan *region*. Pada Gambar 4.3 adalah hasil *watershed* dalam ruang warna RGB, hue, saturasi, intensitas dan *grayscale* berdasarkan citra pada Gambar 4.1 (a)(b)(c).



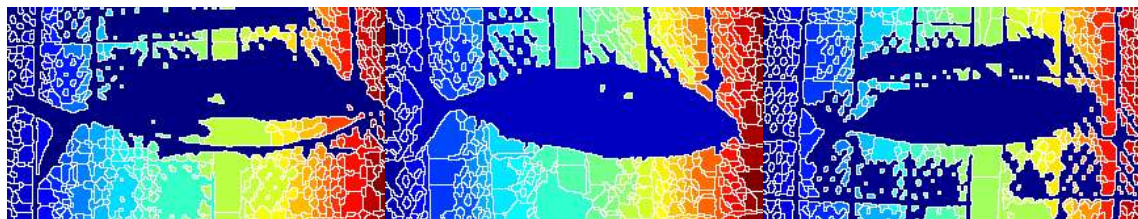
(a) RGB



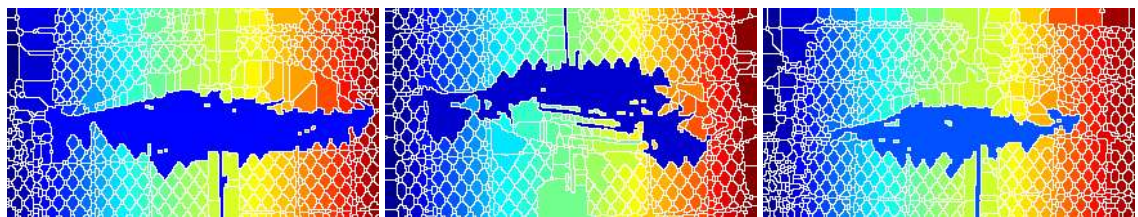
(b) Hue



(c) Intesitas

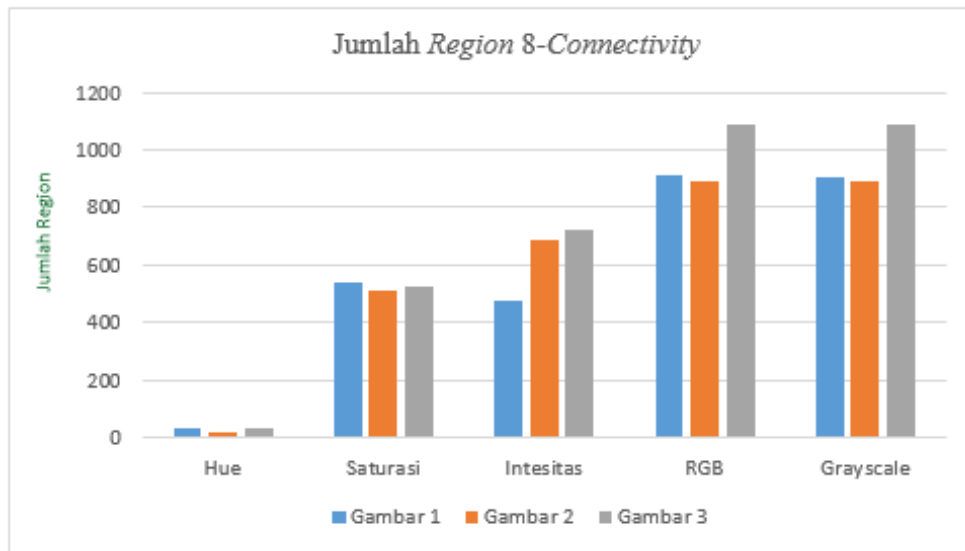


(d) Saturasi



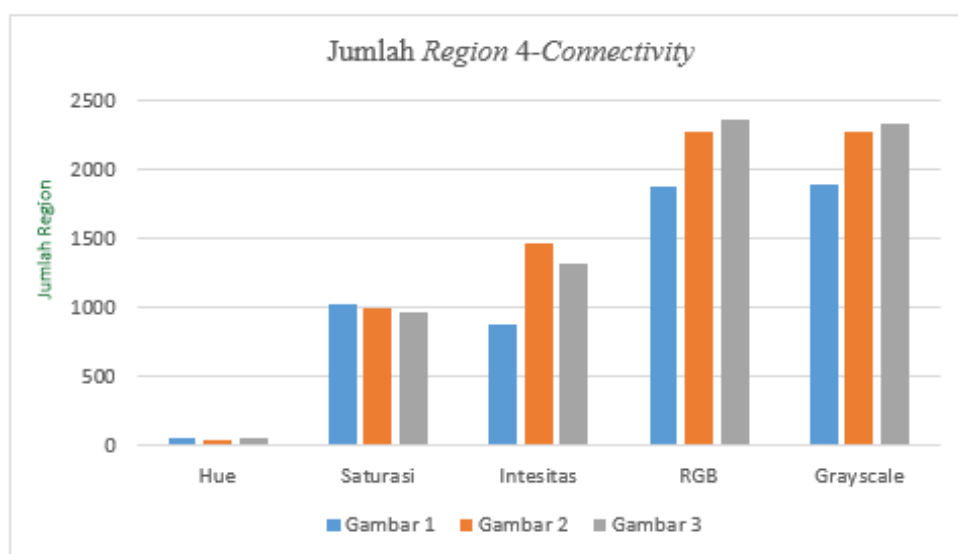
(e) *Grayscale*

Gambar 4. 3 *Watershed Transform* Citra Ikan Tuna



Gambar 4. 4 Jumlah *Region 8 Connectivity*

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat pembentukan jumlah *region* pada ruang warna hue lebih sedikit dari pada saturasi, intensitas, RGB dan *grayscale* berdasarkan citra pada Gambar 4.1 (a)(b)(c). Hal ini dikarenakan pada ruang warna memiliki *local minima* yang lebih sedikit dari pada ruang warna lainnya dan jarak antara *local minima region* satu dengan lainnya itu jauh. Sehingga menghasilkan *region* yang lebih sedikit pada citra tersebut. Hal ini juga membuktikan bahwa dalam penggunaan ruang warna HSI membantu efisiensi proses *watershed*, sehingga pada saat penentuan *seed* secara otomatis dapat diterapkan ke *real-time*.



Gambar 4. 5 Jumlah *Region 4 Connectivity*

Setelah melihat efektif dan efisiensi penggunaan ruang warna tersebut, maka juga perlu dipertimbangkan penggunaan *connectivity* pada *watershed* yang digunakan. Penggunaan *connectivity* juga mempengaruhi hasil pembentukan *region* pada citra. Pada Gambar 4.4 adalah pembentukan jumlah *region* pada ruang warna hue, saturasi, intensitas, RGB dan *grayscale* dengan 8-*connectivity*.

Dari Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa terdapat perbandingan yang jauh antara 8-*connectivity* dan 4-*connectivity*. Penggunaan *connectivity* yang memiliki pembentukan jumlah *region* lebih sedikit ialah 8-*connectivity*. Salah satu perbedaannya yang ditunjukkan adalah hue pada citra 1 (8-*connectivity*) yang bernilai 33 dibandingkan dengan hue pada citra 1 (4-*connectivity*) yang bernilai 56. Hal ini dikarenakan proses pembentukan *region* dengan 8-*connectivity* dapat mengurangi garis *watershed* walaupun memiliki nilai local minima yang sama antara 8- *connectivity* dan 4-*connectivity*.

#### 4.1.3.3. Penentuan *Seed*

*Seed* adalah salah satu dari 2 parameter pada *seeded region growing* untuk melakukan segmentasi pada citra ikan. Kesalahan pada inisialisasi *seed* mengakibatkan kesalahan segmentasi. Pada *seeded region growing* dapat menggunakan *multi-seed* ataupun *single seed*. *Multi-seed* adalah dengan menggabungkan hasil segmentasi dari beberapa *seed* yang berbeda menjadi satu, sedangkan *single seed* hanya satu citra segmentasi saja. Untuk inisialisasi *multi-seed* dengan otomatis diperlukan pembentukan *region* pada citra. *Seed* didapatkan berdasarkan intensitas *gray level* tertinggi.

Untuk pengambilan *region* yang digunakan adalah berdasarkan *density* tertinggi, hal ini dilakukan seperti pada penelitian sebelumnya (Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib, Oktober 2013). Pada Tabel 4.2 merupakan hasil *region* yang yang diurutkan berdasarkan *density* secara *descending*. *Density* setiap *region* dipengaruhi oleh luas area dan jumlah rata-rata *gray level*. Semakin besar area dan jumlah rata-rata *gray level* pada *region* tersebut, maka semakin besar juga *density* yang akan terbentuk. Dari *region* tersebut, hanya 2 yang dipilih berdasarkan jumlah titik puncak pada *histogram* ruang warna hue.

Pada Gambar 4.6 dapat dilihat *multi-seed* pada citra dalam ruang warna hue. Terdapat 2 titik puncak pada *histogram* sehingga jumlah *seed* yang digunakan adalah dua yang ditandai dengan berwarna biru. *Region* yang digunakan pada citra 1 pada gambar

sebelah kiri adalah *region* nomor 21 dan *region* nomor 30, citra 2 pada gambar bagian tengah adalah *region* nomor 16 dan *region* nomor 19, sedangkan citra 3 pada gambar bagian kanan adalah *region* nomor 22 dan *region* nomor 26, sedangkan koordinat *seed* yang ditandai dengan warna biru di *region* tersebut terdapat pada Tabel 4.3 berdasarkan Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil *Region* Berdasarkan *Density*

Citra	<i>Seed 1</i>		<i>Seed 2</i>	
	<i>Density Region</i>	Nomor <i>Region</i>	<i>Density Region</i>	Nomor <i>Region</i>
Citra 1	27,67	30	15,20	21
Citra 2	17,34	19	10,15	16
Citra 3	28,38	22	7,66	26

Tabel 4. 3 Tabel Koordinat *Seed*

Citra	<i>Seed 1</i>		<i>Seed 2</i>	
	Koordinat x	Koordinat y	Koordinat x	Koordinat y
Citra 1	75	225	79	115
Citra 2	86	224	78	147
Citra 3	81	146	77	217



(a) Citra 1

(b) Citra 2

(c) Citra 3

Gambar 4. 6 *Multi-seed* Citra Ikan Tuna

#### 4.1.3.4. Penentuan Threshold

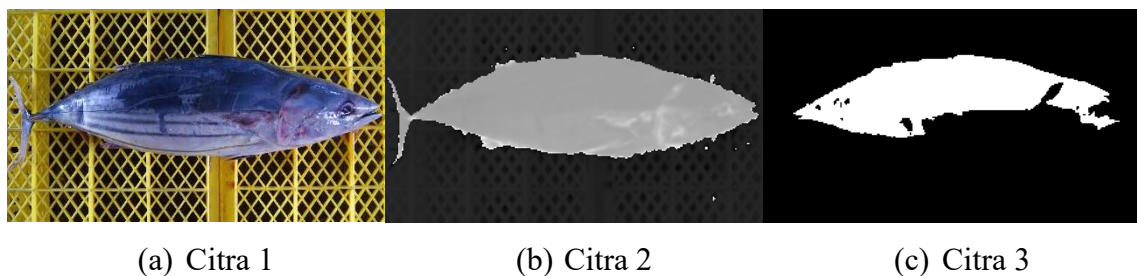
*Threshold* juga merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk proses segmentasi pada *seeded region growing*. Pada Tabel 4.4 dapat dilihat untuk *threshold* setiap *region* berbeda-beda. Hal ini dikarenakan proses mendapatkan *threshold* dilakukan pada setiap *region* yang terpilih, sehingga dapat dikatakan *threshold* berlaku secara lokal. Tujuan dari *threshold* dilakukan secara lokal adalah untuk menghindari over-segmentasi atau under-segmentasi. Jika digunakan sebagai *threshold global* yaitu *threshold* yang



didapatkan dari penggabungan 2 *region* tersebut, maka nilai *threshold* sangat memungkinkan untuk mencapai nilai terlalu kecil / terlalu besar. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.7 adanya kesalahan segmentasi karena memiliki *threshold* yang sangat kecil yaitu 0,02, sehingga segmentasi tidak berhasil dilakukan. Dengan adanya dua parameter yang sudah didapatkan, maka dapat melakukan segmentasi pada *seeded region growing* sesuai dengan nilai dari *seed* dan *threshold* pada *region* terpilih tersebut.

Tabel 4. 4 Tabel Inisialisasi *Threshold*

Citra	<i>Seed 1</i>		<i>Seed 2</i>	
	Nomor <i>Region</i>	<i>Threshold</i>	Nomor <i>Region</i>	<i>Threshold</i>
Citra 1	Region 30	0,16	Region 21	0,11
Citra 2	Region 19	0,18	Region 16	0,11
Citra 3	Region 22	0,11	Region 26	0,1



Gambar 4. 7 Segmentasi Dengan Threshold Global

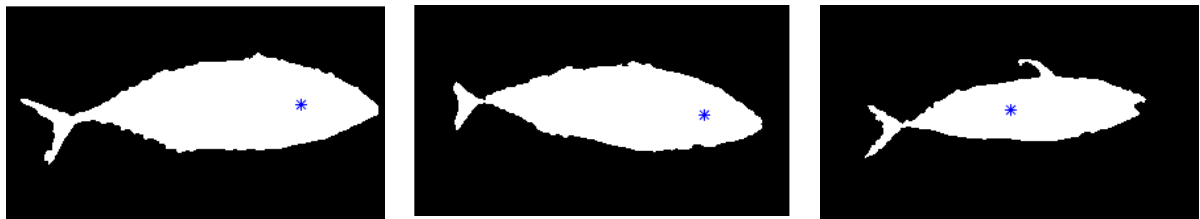
#### 4.1.4 Segmentasi

##### 4.1.4.1. *Seeded Region Growing*

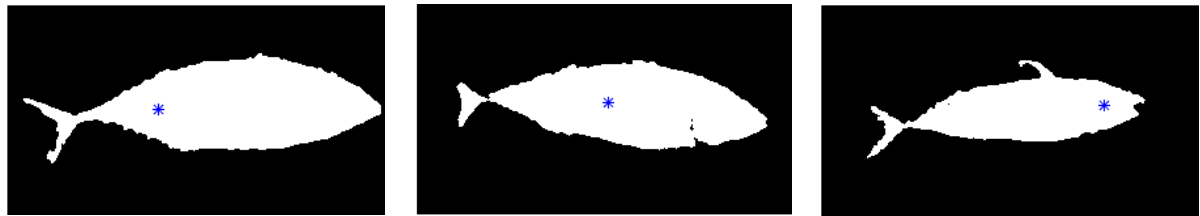
Setelah mendapatkan *seed* dan *threshold*, maka selanjutnya adalah dengan melakukan segmentasi pada ruang warna hue. Jumlah segmentasi dilakukan sesuai dengan jumlah titik puncak pada *histogram* hue. Pada Gambar 4.8 segmentasi dilakukan pada masing-masing *seed* dan *threshold* yang telah didapatkan. Kemudian hasil dari sejumlah segmentasi tersebut dilakukan penggabungan dengan melakukan penjumlahan citra hitam putih.

Segmentasi juga dilakukan pada ruang warna hue, saturasi dan intensitas untuk mengetahui hasil yang terbaik. Dari Gambar 4.9 dapat dilihat ruang warna hue dapat menghasilkan segmentasi yang lebih baik daripada ruang warna saturasi dan intensitas. Hal itu dikarenakan metode yang digunakan untuk mencari *seed* berfokus kepada *region* yang memiliki *density* tertinggi, sedangkan *density* dapat tinggi jika *region* tersebut luas

dan memiliki jumlah rata-rata intensitas *gray level* yang besar. Pencarian *seed* berdasarkan fokus kepada *region* yang memiliki *density* tertinggi telah dilakukan oleh penelitian (Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib, Oktober 2013), saturasi mengalami kegagalan segmentasi dikarenakan objek citra yang dijadikan titik *seed* tidak terdeteksi oleh *threshold* yang nilainya cenderung ke intensitas yang terang, sedangkan objek yang diletakkan *seed* berwarna gelap. Dan pada ruang warna intensitas gagal dilakukan segmentasi, dikarenakan cahaya pada citra tersebut terlalu terang, sehingga nilai intensitas yang melebihi *threshold* juga terdapat banyak diluar objek. Dari *multi-segmentasi* tersebut, hasil segmentasi berdasarkan 3 kriteria yaitu RAE, ME dan MHD terendah yang dipilih sebagai hasil segmentasi terbaik. Untuk penentuan tersebut dapat dipilih berdasarkan dua kriteria saja, hal tersebut jika terdapat kondisi hasil segmentasi tidak ada yang memiliki nilai terendah dari 3 kategori tersebut.

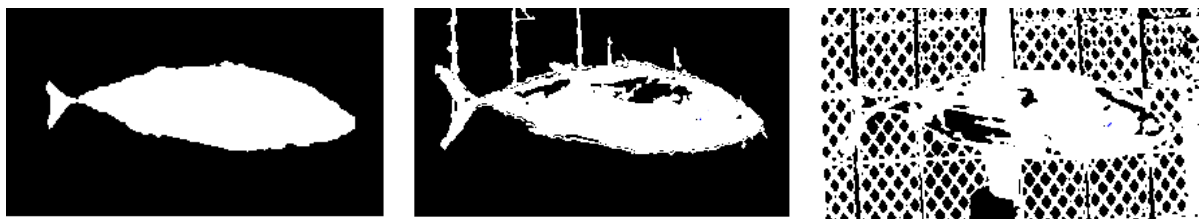


(a) *Seed 1*



(b) *Seed 2*

Gambar 4. 8 Segmentasi *Seeded Region Growing*



(a) Hue

(b) Saturasi

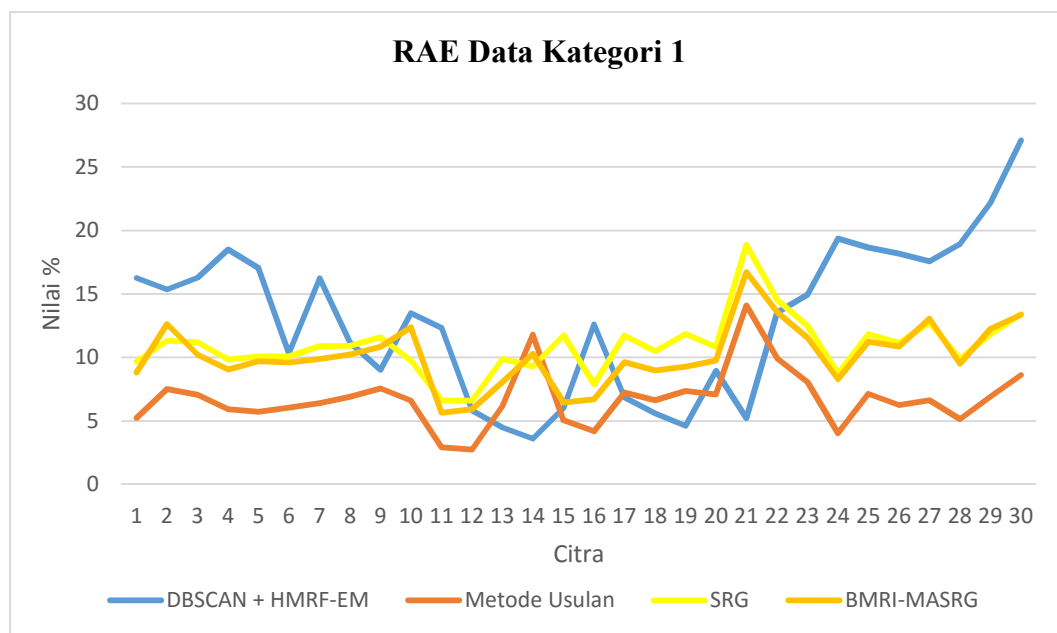
(c) Intesitas

Gambar 4. 9 Segmentasi *Seeded Region Growing* Pada Hue, Saturasi dan Intesitas

## 4.2 Pembahasan

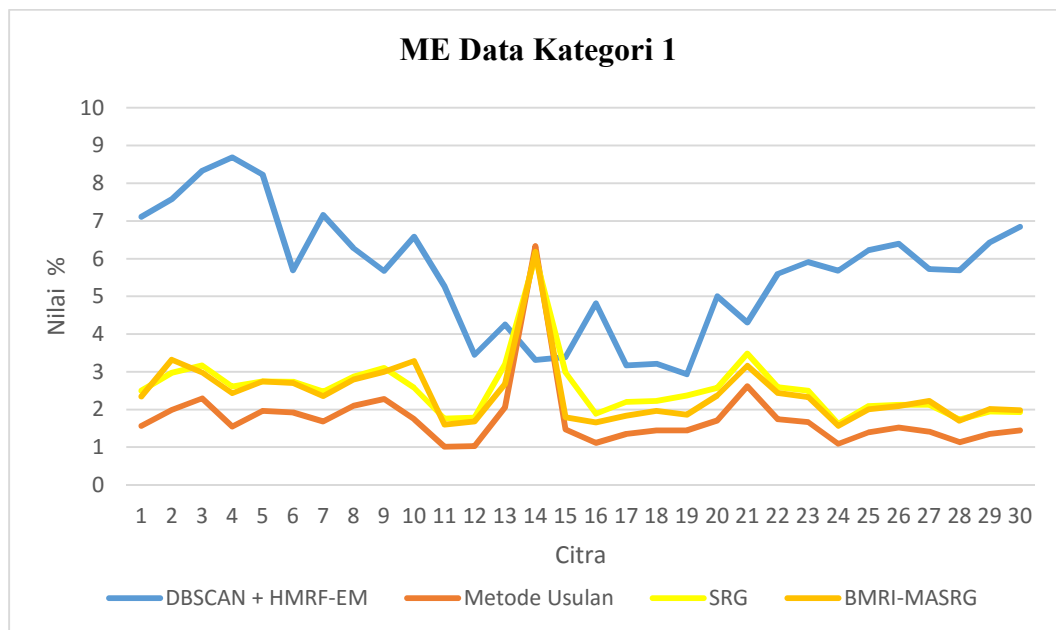
### 4.2.1 Evaluasi Kinerja Segmentasi

Pada tahapan ini adalah melakukan evaluasi kinerja berdasarkan segmentasi yang dihasilkan dengan penentuan otomatisasi *seeded region growing* pada *region watershed*. Evaluasi kinerja segmentasi berdasarkan RAE, ME dan MHD. Dimana semakin kecil nilainya, maka semakin bagus. Formula yang digunakan untuk mendapatkan evaluasi tersebut terdapat pada (22),(23),(24) dan (25). Data yang diujikan adalah data yang telah dibuat berdasarkan kategori, yaitu kategori 1 untuk 30 citra yang memiliki tekstur background berupa keranjang berwarna kuning, dan kategori 2 untuk 25 citra yang memiliki tekstur background berupa kardus berwarna coklat keabu-abuan. Data kategori 1 dan kategori 2 tidak dilakukan perbandingan, karena citra dari kedua kategori tersebut berbeda. Metode yang dijadikan pembandingan untuk data kategori 1 adalah DBSCAN+HMRP-EM, metode usulan, SRG dan BMRI-MASRG, sedangkan metode yang dijadikan pembandingan untuk data kategori 2 adalah GBW-AHK+RCM, metode usulan, SRG dan BMRI-MASRG.



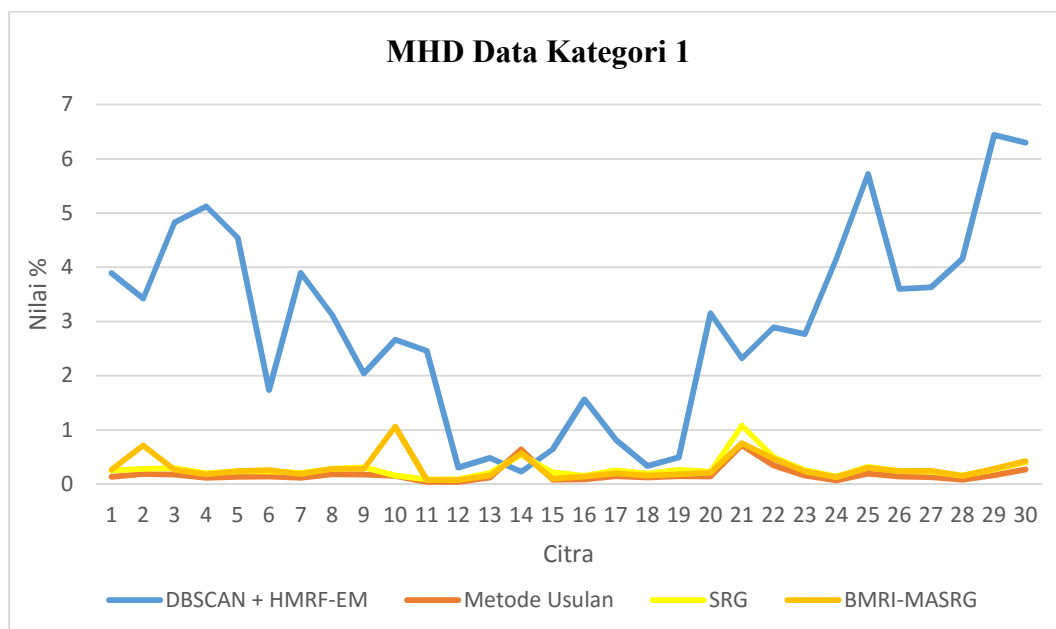
Gambar 4. 10 RAE Data Kategori 1

Berdasarkan RAE pada Gambar 4.10, menunjukkan bahwa nilai terbesar RAE adalah pada metode DBSCAN + HMRP-EM yaitu 27,10, sedangkan nilai terendah adalah pada metode usulan yaitu 2,76.



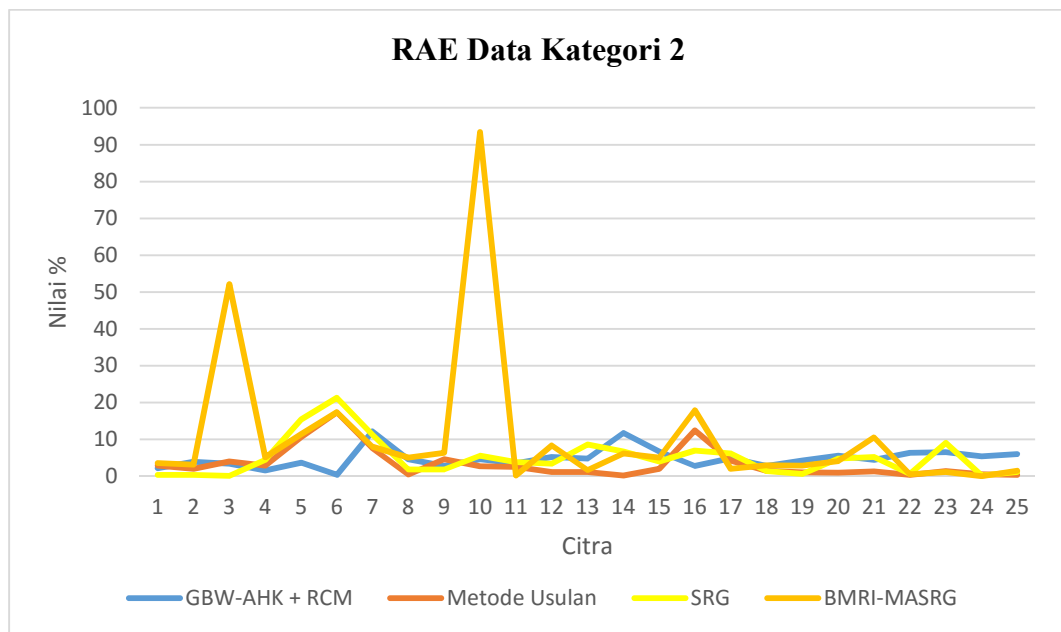
Gambar 4. 11 ME Data Kategori 1

Berdasarkan ME pada Gambar 4.11, menunjukkan bahwa nilai terbesar ME adalah pada metode DBSCAN + HMRf-EM yaitu 8,69, sedangkan nilai terendah adalah pada metode usulan yaitu 1,01.



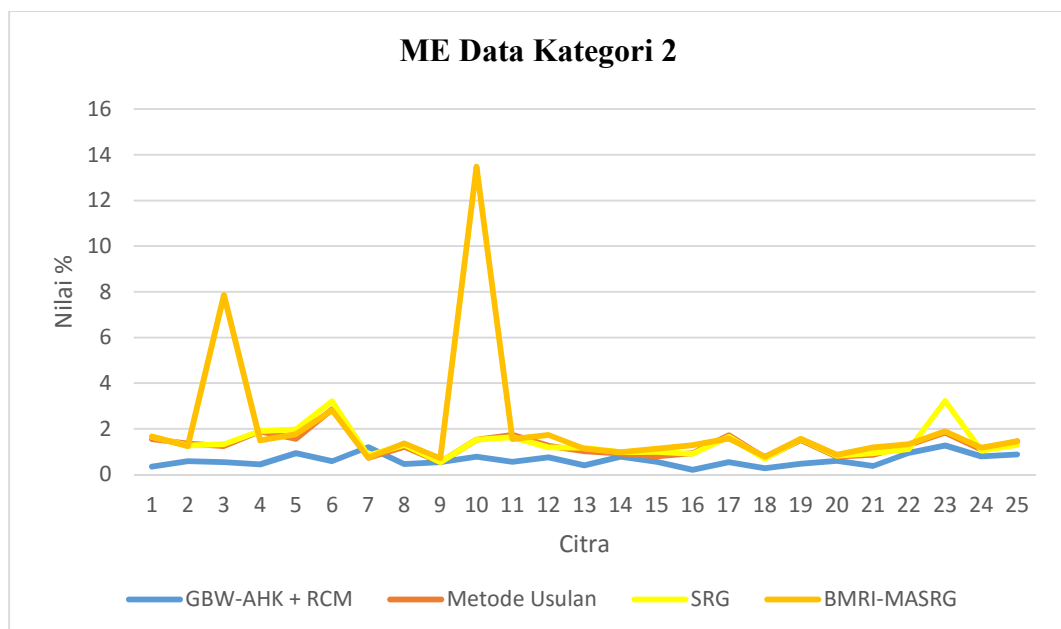
Gambar 4. 12 MHD Data Kategori 1

Berdasarkan MHD pada Gambar 4.12, menunjukkan bahwa nilai terbesar MHD adalah pada metode DBSCAN + HMRf-EM yaitu 6,44, sedangkan nilai terendah adalah pada metode usulan yaitu 0,04



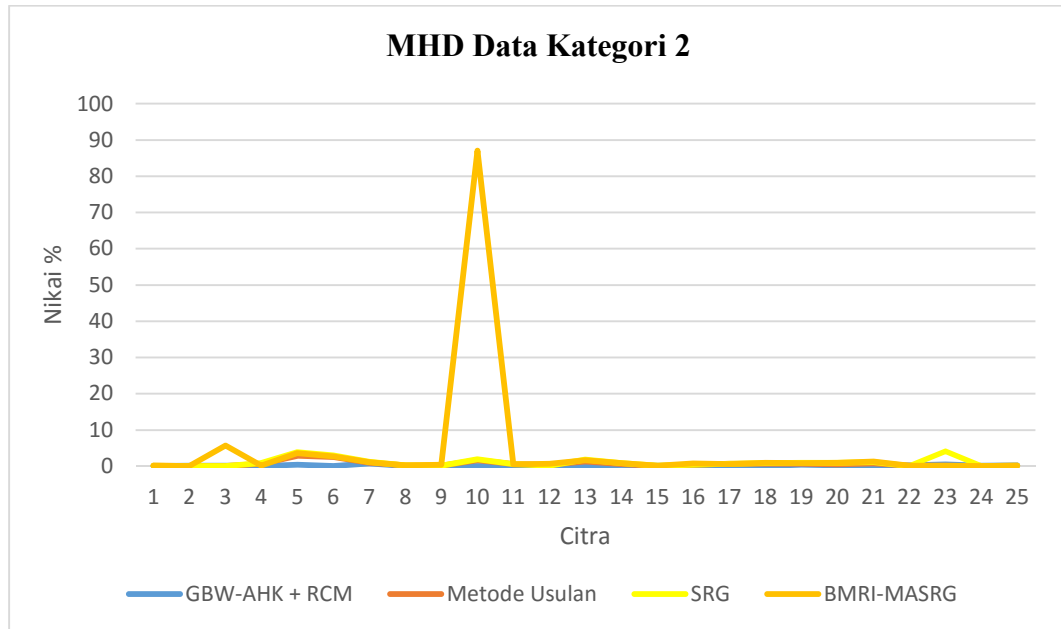
Gambar 4. 13 RAE Data Kategori 2

Berdasarkan RAE pada Gambar 4.13, menunjukkan bahwa nilai terbesar RAE adalah pada metode BMRI-MASRG yaitu 6,44, sedangkan nilai terendah adalah pada BMRI-MASRG yaitu 0,04



Gambar 4. 14 ME Data Kategori 2

Berdasarkan ME pada Gambar 4.14, menunjukkan bahwa nilai terbesar ME adalah pada metode BMRI-MASRG yaitu 13,49, sedangkan nilai terendah adalah pada GBW-AHK+RCM yaitu 0,20



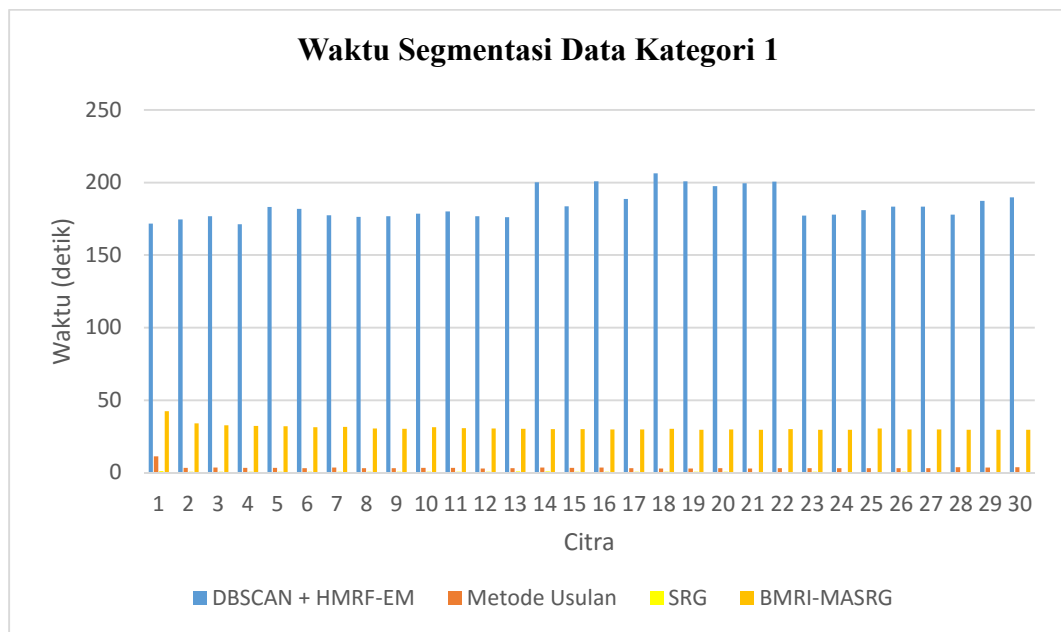
Gambar 4. 15 MHD Data Kategori 2

Berdasarkan MHD pada Gambar 4.15, menunjukkan bahwa nilai terbesar MHD adalah pada metode BMRI-MASRG yaitu 87,01, sedangkan nilai terendah adalah pada BGBW-AHK+RCM yaitu 0,05.

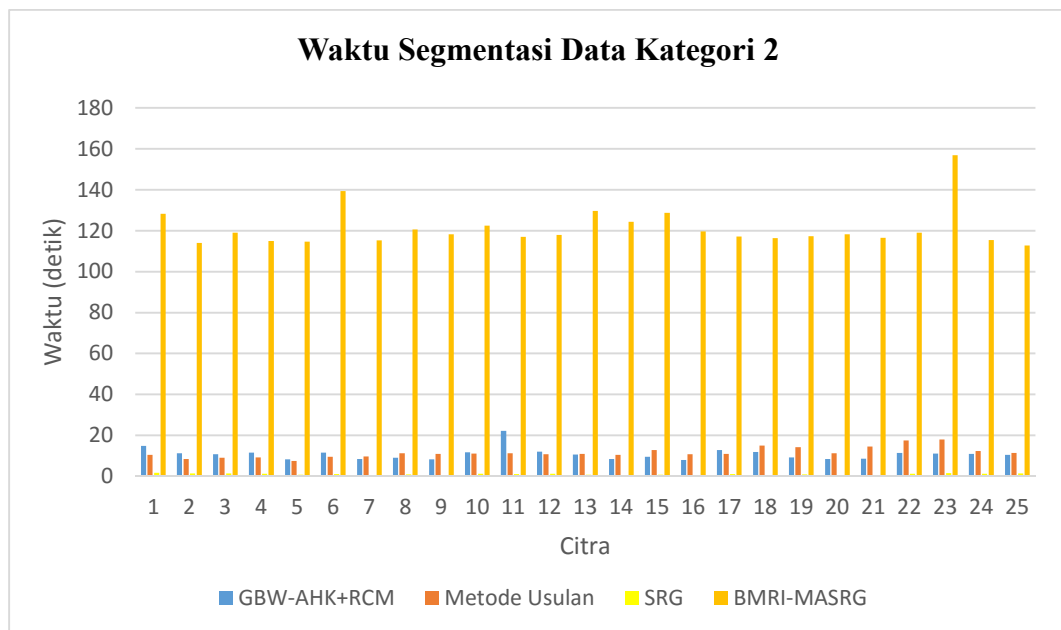
#### 4.2.2 Evaluasi Efisiensi Segmentasi

Pada tahapan ini adalah melakukan evaluasi efisiensi berdasarkan waktu proses segmentasi yang dihasilkan dengan penentuan otomatisasi *seeded region growing* pada *region watershed*. Satuan yang dijadikan perhitungan adalah detik, dimana semakin kecil nilainya, maka semakin bagus.

Berdasarkan waktu segmentasi pada Gambar 4.16, menunjukkan bahwa waktu proses yang terlama adalah pada metode DBSCAN+HMRF-EM yaitu 206,41, sedangkan nilai terendah adalah pada SRG yaitu 0,52. Berdasarkan waktu segmentasi pada Gambar 4.17, menunjukkan bahwa waktu proses yang terlama adalah pada metode BMRI-MASRG yaitu 156,95, sedangkan nilai terendah adalah pada SRG yaitu 0,54.



Gambar 4. 16 Waktu Segmentasi Data Kategori 1



Gambar 4. 17 Waktu Segmentasi Data Kategori 2

#### 4.2.3 Analisa Hasil

Analisa hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah penggunaan ruang warna hue sebagai pendukung dari proses *watershed*, penentuan jumlah *region* dan otomatisasi *seeded region growing* menghasilkan hasil segmentasi yang bagus. Hal

tersebut dikarenakan ruang warna hue sudah dapat terlihat jelas garis batas tepi objeknya, tidak terpengaruh oleh pencahayaan yang terdapat pada citra dan *histogram* pada ruang warna hue bersifat distribusi normal.

Watershed mampu membuat *region* dengan kontur tertutup, hal tersebut diperlukan pada citra ikan tuna ini, karena kontur tertutup membantu penentuan otomatisasi *seed* dan *threshold*, kontur *region watershed* yang dihasilkan dapat lebih berfokus kepada objek dari pada background, sehingga peletakan *seed* hanya berkisar pada objek yang akan disegmentasi. Hal ini juga mempunyai pengaruh terhadap penentuan *threshold*, karena untuk mendapatkan *threshold* dibutuhkan tetangga dari *region* yang sedang diproses. Bila tetangga dari *region* tersebut semuanya adalah objek, maka nilai *threshold* yang akan dihasilkan terlalu besar, hal tersebut akan menyebabkan gagalnya segmentasi.

Penentuan jumlah *region* berdasarkan titik puncak *histogram* juga mempunyai peran yang sangat penting, penentuan jumlah *region* tersebut mempunyai dampak pada *multi-seed*, *multi-threshold*, *multi-segmentasi*, proses tersebut memang akan menurunkan performa kecepatan, namun dengan penentuan jumlah *region* yang optimal, *multi-segmentasi* yang berlebihan dapat terhindar. Tujuan besar dari penentuan jumlah *region* tersebut untuk membantu *seeded region growing* menghasilkan segmentasi yang terbaik pada pilihan *seed* dan *threshold* yang diberikan.

Dari hasil segmentasi metode yang diusulkan dapat dilihat RAE, ME, dan MHD pada data kategori 1 memiliki nilai lebih kecil daripada metode lainnya, sedangkan pada data kategori 2 walaupun metode GBW-AHK memiliki nilai terkecil, namun metode yang diusulkan masih memiliki nilai terkecil diantara metode yang menggunakan *seeded region growing*.

Nilai RAE, ME dan MHD yang dihasilkan pada data kategori 2 lebih besar daripada GBW-AHK+RCM, dikarenakan *threshold* yang dihasilkan masih terlalu kecil, sehingga objek pada ikan tuna tersebut tidak sepenuhnya dapat disegmentasi.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Penentuan otomatisasi *seeded region growing* dapat dilakukan pada *region watershed* dibantu dengan penentuan jumlah *region* berdasarkan *histogram*, intensitas *gray level* tertinggi dari *density region* untuk penentuan *seed* dan selisih rata-rata intensitas untuk penentuan *threshold*.
2. Segmentasi pada citra ikan tuna dapat menggunakan metode *seeded region growing* dengan parameternya ditentukan secara otomatis.
3. Penentuan otomatisasi *seeded region growing* pada *region watershed* untuk segmentasi citra ikan tuna berhasil dilakukan dengan dibuktikan nilai rata-rata RAE, ME dan MHD secara berurutan pada data kategori 1 sebesar 6,77 , 1,78 dan 0,18, sedangkan untuk pada data kategori 2 sebesar 3,44 , 1,30 dan 0,66.

#### 5.2 Saran

- 1 Pada penelitian ini hanya berfokus pada penentuan parameter *seeded region growing* secara otomatis dan tidak mempertimbangkan tentang *refinement* dan fitur untuk menghilangkan *noise*, *noise* sangat mempengaruhi hasil segmentasi dengan menggunakan *seeded region growing*, karena *seeded region growing* berfokus pada titik *pixel* dicitra, maka ada kemungkinan *seeded* yang terpilih adalah *noise*.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

- Adams, R., & Bischof, L. (1994). Seeded Region Growing. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 16(6), 641-647.
- Al-Faris, A. Q., Ngah, U. K., Isa, N. A., & Shuaib, I. L. (2014). Breast MRI Tumour Segmentation using Modified Automatic Seeded Region Growing Based on Particle Swarm Optimization Image Clustering. *Soft Computing in Industrial Applications*, 49-60.
- Al-Faris, A. Q., Ngah, U. K., Isa, N. A., & Shuaib, I. L. (Oktober 2013). Computer-Aided Segmentation System for Breast MRI Tumour using Modified Automatic Seeded Region Growing (BMRI-MASRG). *Journal of digital imaging*, 27(1), 133-144.
- Azhar, R., Arifin, A. Z., & Khotimah, W. N. (Juni 2016). Integrasi Density-Based Clustering dan HMRF-RM Pada Ruang Warna HSI untuk Segmentasi Citra Ikan Tuna. *Jurnal Inspiration*, 6(1).
- Belaid, L. J., & Mourou, W. (2009). Image segmentation : a watershed transformation algorithm. *Image Analysis & Stereology*, 93-102.
- Chang, Y. L., & Li, X. (1994). Adaptive Image Region Growing. *IEEE transactions on image processing*, 3(6), 868-872.
- Dutta, M. K., Issac, A., Minhas, N., & Sarkar, B. (2016). Image Processing Based Method to Assess Fish Quality and Freshness. *Journal of Food Engineering*, 177, 50-58.
- Dutta, M. K., Sengar, N., Kamble, N., Banerjee, K., Minhas, N., & Sarkar, B. (2016). Image Processing Based Technique for Classification of Fish Quality After Cypermethrine Exposure. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 408-417.
- Fadlullah, A., Arifin, A. Z., & Navastara, D. A. (Juli 2016). Segmentasi Citra Ikan Tuna Menggunakan Gradient Barrier Watershed Berbasis Analisis Hierarki Cluster dan Regional Credibility Merging. *Jurnal Buana Informatika*, 7(3).

- Fan, J., Yau, D. K., Elmagarmid, A. K., & Aref, W. (2001). Automatic Image Segmentation by Integrating Color-edge Extraction and Seeded Region Growing. *IEEE transactions on image processing*, 10(10), 1454-1466.
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2007). *Digital Image Processing 3rd Edition*. Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice-Hall, Inc.
- Lin, G. C., Wang, W. J., Kang, C. C., & Wang, C. (2012). Multispectral MR Images Segmentation Based on Fuzzy Knowledge and Modified Seeded Region Growing. *Magnetic resonance imaging*, 30(2), 230-246.
- Melouah, A. (Mei 2015). Comparison of Automatic Seed Generation Methods for Breast Tumor Detection using Region Growing Technique. *IFIP International Conference on Computer Science and its Applications*, 119-128.
- Melouah, A., & Amirouche, R. (2014). Comparative Study of Automatic Seed Selection Methods for Medical Image Segmentation by Region Growing Technique. *Recent Advances in Biology, Biomedicine and Bioengineering*, 91-97.
- Meyer, F. (1994). Topographic distance and watershed lines. *Signal processing*, 113-125.
- Parvati, K., Rao, P., & Mariya Das, M. (2008). Image Segmentation Using Gray-Scale Morphology and Marker-Controlled Watershed Transformation. *Discrete Dynamics in Nature and Society*.
- Pawening, R. E., Arifin, A. Z., & Yuniarti, A. (Juli 2016). Ekstraksi Fitur Berdasarkan Deskriptor Bentuk dan Titik Salien Untuk Klasifikasi Citra Ikan Tuna. *Jurnal Buana Informatika*, 7(3).
- Roerdink, J. B., & Meijster, A. (2000). The watershed transform : Definitions, algorithms and parallelization strategies. *Fundamenta informaticae*, 187-228.
- Saad, N. M., Abu-Bakar, S. A., Mokji, M., & Abdullah, A. R. (Maret 2012). Automated Region Growing for Segmentation of Brain Lesion in Diffusion-weighted MRI. *Proceedings of the international MultiConference of Engineers and Computer Scientists, I*.

- Vincent, L., & Soille, P. (1991). Watersheds in digital spaces: an efficient algorithm based on immersion. *IEEE Trans. Patt. Anal. Mach. Intell.* 13, 583-598.
- Widiastuti, I., & Putro, S. (2014). Analisis Mutu Ikan Tuna Selama Lepas Tangkap. *Maspari Journal*, 1(1), 22-29.
- Yao, H., Duan, Q., Li, D., & Wang, J. (2013). An Improved K-means Clustering Algorithm for Fish Image Segmentation. *Mathematical and Computer Modelling*, 58(3), 790-798.
- Yuvaraj, K., & Ragupathy, U. S. (April 2013). Automatic Mammographic Mass Segmentation based on Region Growing Technique. *3rd International Conference on Electronics, Biomedical Engineering and its Applications (ICEBEA'2013)*, (hal. 169-173).
- Zhao, Y. Q., Wang, X. H., Wang, X. F., & Shih, F. Y. (2014). Retinal Vessels Segmentation Based on Level Set and Region Growing. *Pattern Recognition*, 47(7), 2437-2446.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*















## **LAMPIRAN-LAMPIRAN**


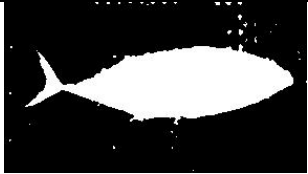

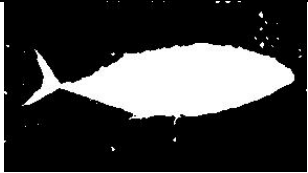





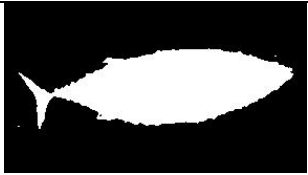





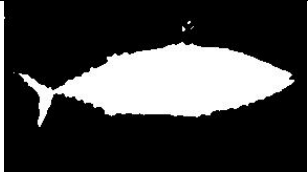
*(halaman ini sengaja dikosongkan)*


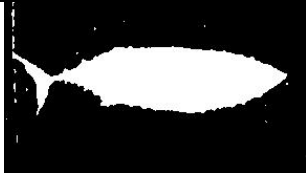
















## LAMPIRAN A











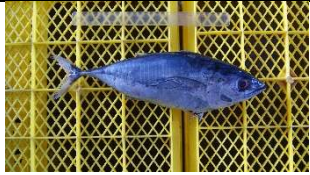



### Pengujian Metoda Penelitian (Azhar, Arifin, & Khotimah)

No	Citra Input	Result	RAE (%)	ME (%)	MHD (%)	Waktu (detik)
1			3,36	3,19	1,49	171,71
2			6,75	3,35	0,74	174,66
3			4,19	4,04	1,68	176,78
4			4,01	3,47	1,56	171,33
5			3,43	3,80	1,73	183,14
6			7,46	2,74	0,23	181,73
7			5,70	3,18	1,08	177,44

8			7,96	3,03	0,51	176,25
9			9,00	3,08	0,27	176,77
10			5,27	2,95	0,80	178,45
11			3,24	2,09	0,65	180,15
12			5,66	1,63	0,07	176,67
13			7,09	2,50	0,12	176,11
14			8,90	2,28	0,14	200,20
15			5,66	1,74	0,09	183,56















16			4,10	1,80	0,30	200,80
17			8,13	1,69	0,12	188,76
18			8,08	1,79	0,12	206,41
19			8,14	1,75	0,13	200,83
20			3,70	3,37	2,32	197,51
21			13,40	2,98	0,42	199,39
22			9,28	2,89	0,74	200,51
23			6,58	3,10	0,93	177,20


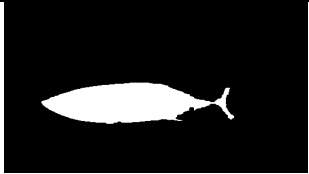

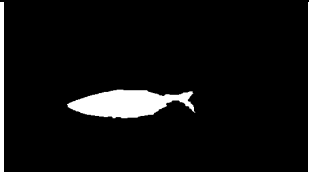

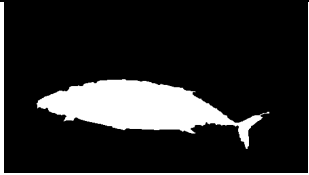

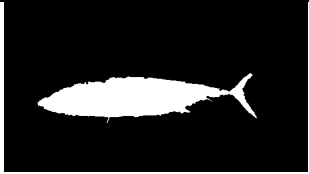



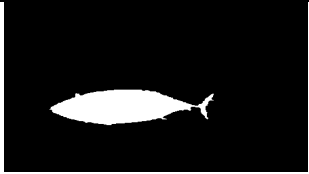



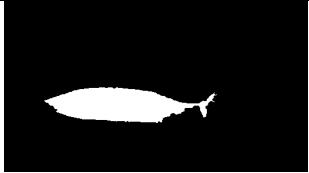





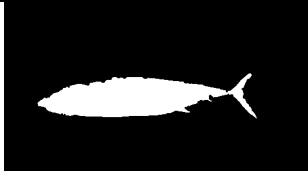

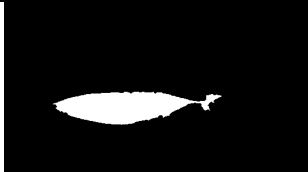



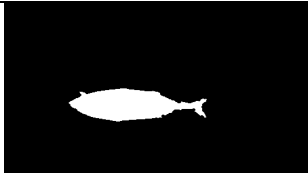

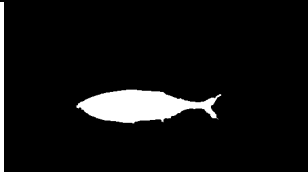




24			0,94	2,73	1,76	177,84
25			4,27	2,77	1,98	180,87
26			5,28	2,95	1,19	183,45
27			3,12	3,01	1,67	183,45
28			2,78	2,70	1,60	177,76
29			3,38	2,80	2,29	187,45
30			1,20	2,85	2,56	189,69





## LAMPIRAN B

### Pengujian Metoda Penelitian (Fadllullah, Arifin, & Navastara)

No	Citra Input	Result	RAE (%)	ME (%)	MHD (%)	Waktu (detik)
1			2,16	0,34	0,08	14,85
2			3,89	0,59	0,13	11,25
3			3,41	0,54	0,11	10,83
4			1,58	0,45	0,08	11,52
5			3,61	0,93	0,43	8,35
6			0,36	0,59	0,05	11,59
7			12,15	1,21	0,74	8,44

8			4,57	0,46	0,10	9,09
9			2,75	0,54	0,13	8,28
10			4,57	0,79	0,09	11,67
11			4,86	0,67	0,18	22,2
12			5,22	0,76	0,14	12,08
13			4,77	0,40	0,15	10,71
14			11,73	0,78	0,36	8,49
15			6,65	0,55	0,17	9,48


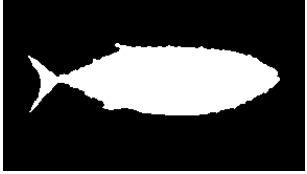











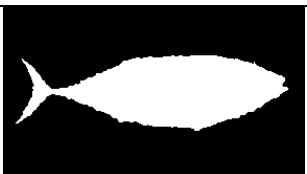

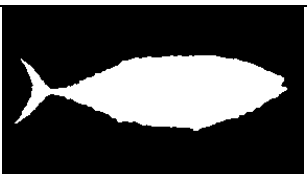












16			6,51	0,54	0,51	7,90
17			4,86	0,54	0,09	12,86
18			2,77	0,27	0,06	11,94
19			4,24	0,48	0,41	9,16
20			5,52	0,60	0,26	8,51
21			4,39	0,38	0,14	8,55
22			6,35	0,95	0,22	11,39
23			6,55	1,28	0,47	11,12






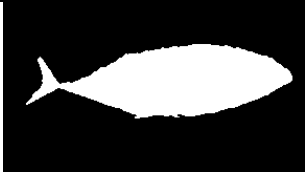

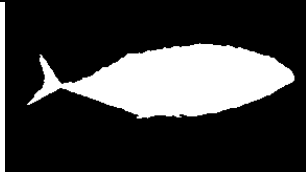
























24			5,40	0,80	0,16	10,9
25			5,98	0,88	0,25	10,54


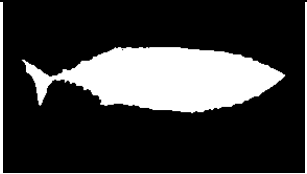



















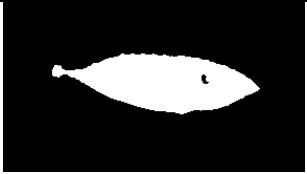

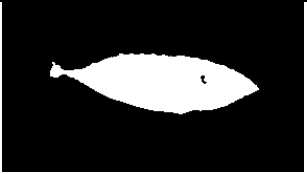

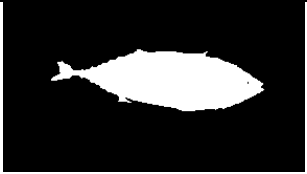

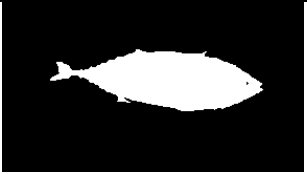



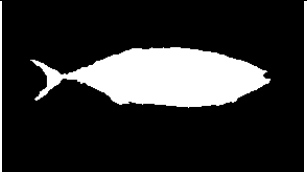


## LAMPIRAN C










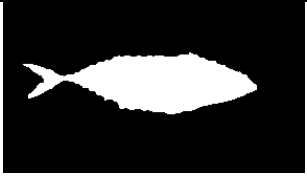
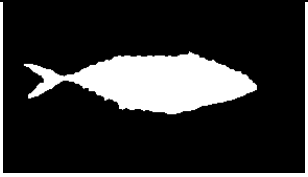


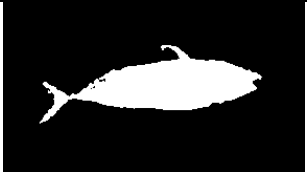
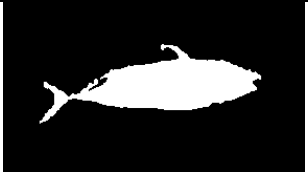
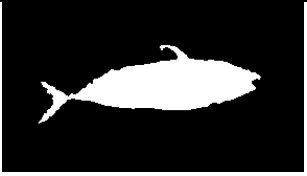



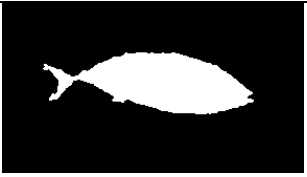
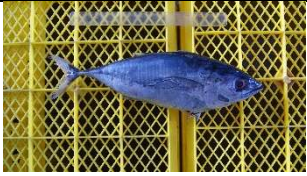




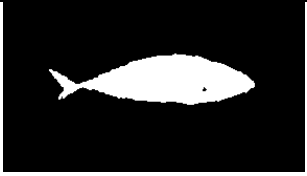
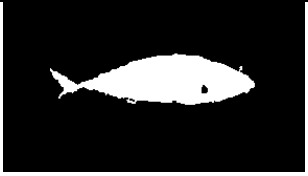
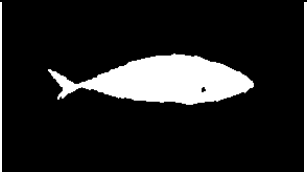




### Pengujian Metoda Penelitian Berbasis Seeded Region Growing (1)



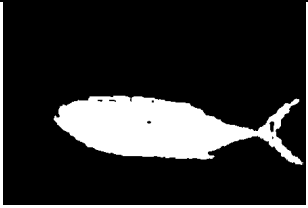


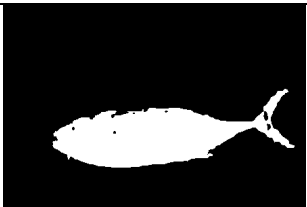

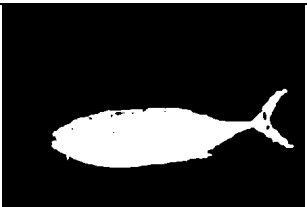


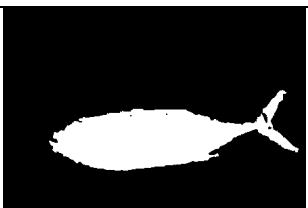


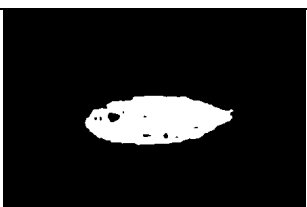
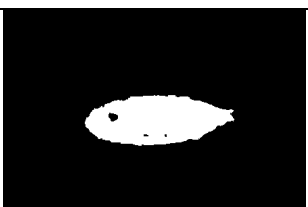
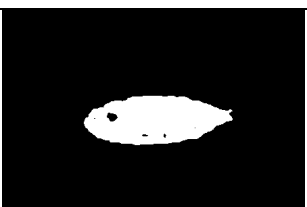


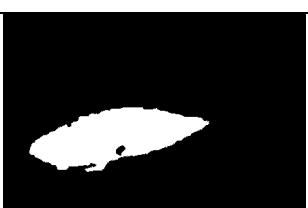
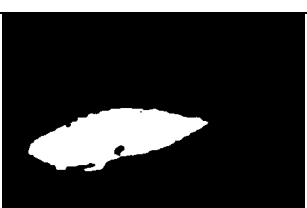

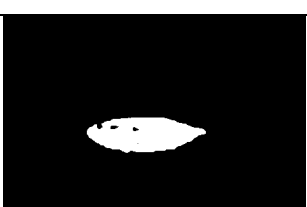
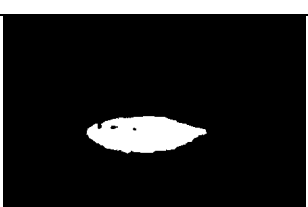
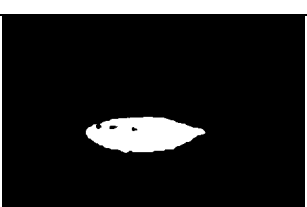


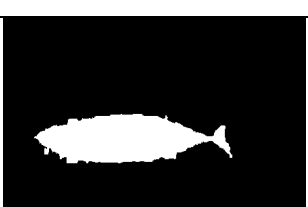
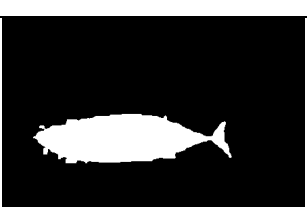
No	Citra Input	Result (Adams & Bischof)	Result (Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib)	Result (Metode Usulan)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				


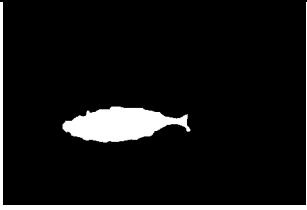

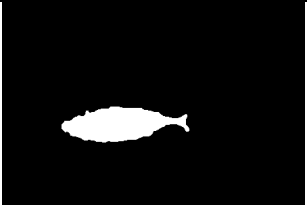


















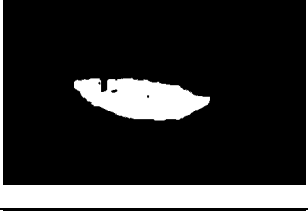


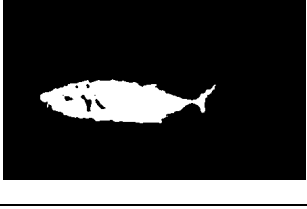
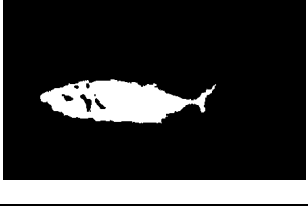
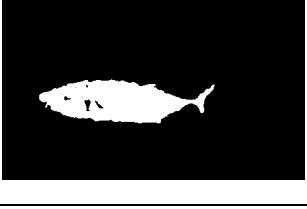
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				



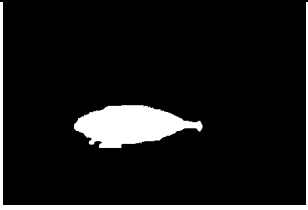


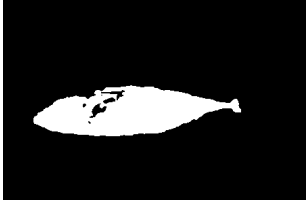
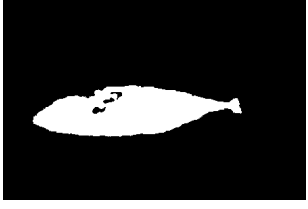
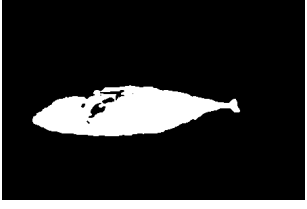



















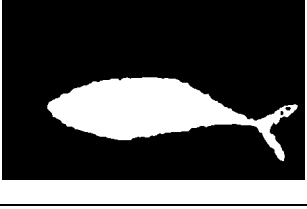
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				


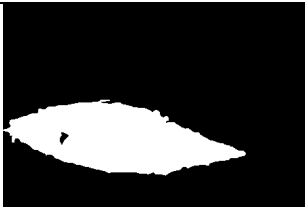
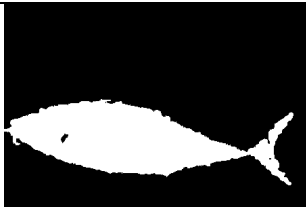
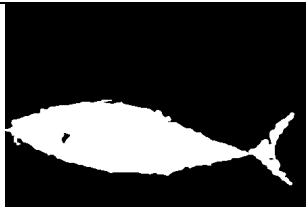










24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				

39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				

53				
54				
55				



## LAMPIRAN D

### Pengujian Metoda Penelitian Berbasis Seeded Region Growing (2)

No Citra	Adams & Bischof (Seeded Region Growing)							Al-Faris, Ngah, Isa, & Shuaib (BMRI-MASRG)							Metode Usulan						
	X	Y	T	RAE (%)	ME (%)	MHD (%)	Waktu (Detik)	X	Y	T	RAE (%)	ME (%)	MHD (%)	Waktu (Detik)	X	Y	T	RAE (%)	ME (%)	MHD (%)	Waktu (Detik)
1	80	98	0,18	9,67	2,49	0,26	1,17	202	107	0,16	8,81	2,35	0,26	43,92	110	70	0,20	5,09	1,55	0,13	5,42
2	88	144	0,18	11,32	2,97	0,29	0,78	201	105	0,09	12,63	3,32	0,71	34,75	191	63	0,17	7,52	1,99	0,19	3,91
3	80	222	0,14	11,20	3,17	0,30	0,79	206	108	0,15	10,20	2,98	0,26	33,40	260	76	0,16	7,02	2,29	0,18	4,24
4	85	212	0,17	9,82	2,61	0,20	0,77	184	114	0,15	9,05	2,43	0,18	32,87	231	64	0,16	5,92	1,55	0,12	3,62
5	73	218	0,15	10,07	2,75	0,24	0,77	133	104	0,11	9,71	2,74	0,24	32,75	191	80	0,17	5,73	1,97	0,14	3,63
6	72	217	0,19	10,08	2,74	0,24	0,75	147	107	0,15	9,60	2,70	0,26	32,06	249	75	0,18	6,06	1,92	0,14	3,26
7	88	212	0,14	10,90	2,47	0,21	0,67	134	112	0,15	9,89	2,36	0,19	32,22	196	90	0,16	6,45	1,69	0,12	3,41
8	80	218	0,17	10,92	2,87	0,28	0,76	162	110	0,15	10,23	2,79	0,28	31,01	208	80	0,16	6,91	2,10	0,18	3,24
9	78	221	0,14	11,61	3,10	0,31	0,75	135	111	0,15	10,85	3,00	0,28	31,01	198	76	0,16	7,54	2,27	0,17	3,30
10	75	164	0,17	9,77	2,58	0,16	0,81	210	103	0,06	12,37	3,28	1,06	31,92	134	64	0,16	6,22	1,65	0,10	3,62
11	80	208	0,14	6,60	1,76	0,09	0,78	176	105	0,15	5,64	1,59	0,08	31,42	254	68	0,16	2,88	1,01	0,04	3,34
12	82	208	0,16	6,60	1,78	0,09	0,81	167	108	0,15	5,93	1,68	0,08	31,27	180	66	0,15	2,73	1,03	0,04	3,14
13	82	213	0,14	9,88	3,19	0,21	0,93	120	93	0,16	8,07	2,67	0,16	31,12	190	61	0,16	5,68	1,91	0,11	3,25

14	83	217	0,17	9,31	6,06	0,54	0,84	151	106	0,16	10,29	6,18	0,57	30,87	135	69	0,11	11,91	6,35	0,65	3,87
15	81	188	0,05	11,76	2,98	0,22	0,73	212	102	0,15	6,46	1,79	0,10	30,68	87	84	0,11	4,94	1,46	0,08	3,60
16	80	209	0,17	7,89	1,88	0,15	0,70	216	98	0,16	6,69	1,66	0,14	30,51	208	65	0,16	4,03	1,10	0,08	3,09
17	81	219	0,14	11,71	2,20	0,26	0,62	148	89	0,16	9,62	1,83	0,20	30,34	213	64	0,16	7,11	1,33	0,14	2,96
18	85	197	0,16	10,48	2,23	0,20	0,68	118	105	0,16	8,96	1,96	0,16	30,76	207	71	0,15	6,44	1,42	0,12	3,04
19	79	124	0,10	11,86	2,37	0,27	0,66	203	98	0,16	9,27	1,86	0,18	30,13	110	65	0,12	7,05	1,39	0,14	2,90
20	91	221	0,19	10,83	2,57	0,23	0,72	183	107	0,15	9,76	2,37	0,21	30,32	197	75	0,18	7,03	1,70	0,14	3,20
21	86	189	0,11	18,85	3,48	1,08	0,58	173	101	0,16	16,71	3,16	0,76	30,03	184	81	0,13	14,02	2,61	0,72	2,95
22	84	199	0,15	14,55	2,59	0,50	0,56	209	99	0,16	13,57	2,43	0,48	30,39	193	74	0,14	9,89	1,74	0,35	3,01
23	80	203	0,14	12,47	2,50	0,26	0,65	119	98	0,15	11,55	2,33	0,24	30,17	182	79	0,16	8,03	1,66	0,16	3,21
24	72	110	0,19	8,73	1,62	0,14	0,60	181	95	0,15	8,30	1,57	0,13	29,99	98	64	0,18	4,01	1,09	0,07	3,20
25	84	203	0,15	11,83	2,09	0,32	0,58	121	101	0,15	11,25	2,00	0,30	30,89	230	73	0,17	7,14	1,39	0,19	3,12
26	83	198	0,19	11,14	2,12	0,24	0,61	168	100	0,15	10,86	2,09	0,24	30,22	191	79	0,18	6,25	1,52	0,14	3,16
27	86	143	0,09	12,74	2,12	0,23	0,60	177	97	0,06	13,07	2,22	0,25	30,19	189	80	0,11	6,62	1,41	0,13	3,31
28	89	204	0,19	9,89	1,73	0,16	0,55	150	100	0,15	9,49	1,70	0,15	30,05	194	79	0,18	5,15	1,13	0,08	3,45
29	85	202	0,14	11,83	1,94	0,27	0,57	183	103	0,07	12,25	2,01	0,28	29,97	190	77	0,16	6,92	1,35	0,17	3,33
30	81	135	0,15	13,42	1,93	0,41	0,52	187	92	0,08	13,36	1,98	0,42	30,07	150	78	0,14	8,49	1,43	0,27	3,20
31	202	271	0,11	0,35	1,64	0,15	1,79	287	229	0,16	3,56	1,66	0,15	129,54	273	209	0,15	2,85	1,56	0,13	15,66

32	192	327	0,12	0,36	1,27	0,08	1,36	273	228	0,17	3,14	1,24	0,09	115,30	330	195	0,12	1,97	1,36	0,09	13,43
33	187	318	0,11	0,08	1,33	0,09	1,34	191	222	0,01	52,13	7,86	5,69	120,22	198	220	0,14	3,99	1,25	0,10	13,93
34	192	309	0,078	4,42	1,91	0,85	1,25	191	233	0,16	5,09	1,49	0,14	116,27	326	197	0,08	2,90	1,88	0,68	14,84
35	151	289	0,09	15,40	1,97	3,82	0,79	222	194	0,16	11,38	1,77	3,59	115,46	300	154	0,14	10,62	1,57	2,93	12,36
36	173	258	0,1	21,25	3,21	2,94	1,10	136	231	0,17	17,38	2,82	2,67	140,26	264	166	0,14	17,25	2,86	2,52	14,07
37	176	263	0,12	11,34	0,82	1,21	0,57	184	197	0,16	8,03	0,74	1,11	115,83	276	181	0,13	7,58	0,74	0,92	13,80
38	181	219	0,05	1,85	1,30	0,28	0,93	169	214	0,09	5,01	1,36	0,28	121,57	59	177	0,05	0,44	1,22	0,20	15,83
39	180	209	0,11	1,79	0,55	0,13	0,54	180	205	0,04	6,32	0,72	0,45	118,79	112	186	0,08	4,59	0,54	0,18	15,22
40	198	221	0,12	5,59	1,52	1,89	1,29	356	246	0,16	93,45	13,49	147,01	122,62	181	181	0,13	2,70	1,52	1,66	15,06
41	161	273	0,11	3,86	1,64	0,58	1,03	182	204	0,16	0,18	1,56	0,48	117,85	255	165	0,10	2,55	1,74	0,60	14,89
42	177	340	0,4	3,39	1,18	0,17	1,18	142	215	0,07	8,34	1,73	0,66	118,97	332	175	0,13	1,13	1,26	0,40	14,95
43	174	207	0,04	8,60	1,17	1,83	0,74	163	213	0,10	1,68	1,14	1,69	130,33	83	191	0,11	1,11	1,02	1,27	14,68
44	168	248	0,1	6,65	0,97	0,88	0,69	219	200	0,10	6,17	0,98	0,89	125,04	277	172	0,13	0,15	0,93	0,60	14,53
45	187	227	0,1	3,96	0,99	0,16	0,75	196	214	0,08	5,06	1,13	0,19	129,41	258	183	0,13	2,03	0,79	0,11	15,32
46	183	222	0,04	6,97	0,90	0,42	0,63	196	207	0,15	17,90	1,29	0,73	120,16	137	183	0,07	12,41	0,93	0,39	14,50
47	156	229	0,11	6,13	1,65	0,73	1,09	134	203	0,17	2,02	1,58	0,62	118,06	277	163	0,10	4,28	1,73	0,71	15,09
48	174	219	0,12	1,42	0,70	0,87	0,65	157	216	0,07	2,96	0,78	0,97	117,03	150	186	0,13	1,46	0,72	0,70	14,75
49	168	227	0,11	0,57	1,56	0,93	0,97	198	214	0,16	2,90	1,57	0,85	118,16	213	182	0,11	1,04	1,51	0,66	14,81

50	181	218	0,1	4,82	0,82	0,95	0,61	183	203	0,08	4,10	0,86	0,95	118,83	160	186	0,11	0,91	0,78	0,47	14,39
51	183	211	0,1	5,21	0,94	1,11	0,62	162	213	0,05	10,51	1,19	1,30	117,35	277	185	0,10	1,29	0,87	0,75	14,89
52	197	255	0,1	0,56	1,12	0,10	1,29	404	251	0,07	0,48	1,32	0,13	120,59	76	194	0,06	0,37	1,30	0,11	16,17
53	212	250	0,12	9,01	3,22	4,09	1,60	235	247	0,16	1,17	1,89	0,12	158,89	41	180	0,14	1,37	1,83	0,13	15,97
54	191	305	0,1	0,15	1,05	0,09	1,31	159	228	0,08	0,04	1,17	0,10	116,96	221	171	0,06	0,55	1,09	0,09	17,82
55	187	241	0,1	1,16	1,30	0,12	1,45	404	251	0,08	1,44	1,46	0,13	114,53	129	193	0,06	0,34	1,46	0,13	16,15

## BIOGRAFI PENULIS



Wanvy Arifha Saputra. Anak kedua dari empat bersaudara, kelahiran 26 Juni 1991 di Banjarmasin Kalimantan Selatan dari pasangan H.Wahyuni, MT dan Hj. Nor Aina Bagianti, Spd. Pendidikan formal di TK Islam Sabilal Muhtadin Banjarmasin (1995), SD Islam Sabilal Muhtadin Banjarmasin (1997), SMP Islam Sabilal Muhtadin Banjarmasin (2003), SMK Telkom Sandhy Putra Banjarbaru jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (2006), Diploma-3 Politeknik Negeri Banjarmasin jurusan Teknik Informatika (2010), Diploma-4 Politeknik Elektronika Negeri Surabaya jurusan Teknik Informatika (2013) dan pendidikan S2

jurusan Teknik Informatika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) pada tahun 2015. Penulis dapat dihubungi melalui nomor telepon 081256454466 atau email [wanvysaputra@gmail.com](mailto:wanvysaputra@gmail.com).